ప్రాణి ఎలా పుట్టింది?



వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

ప్రాణి ఎలా పుట్టింది?

వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

విషయసూచిక

తొలిపలుకు

అనాది కాలం నుండీ మానవ మేధస్సుని వేధిస్తూన్న ప్రశ్నలు కొన్ని ఉన్నాయి.

నేను ఎవరు? ఎక్కడనుండి వచ్చేను? "నేను" అంటే ఏమిటి? భౌతిక శరీరమా? లేక ఈ శరీరానికి చైతన్యాన్ని ఇచ్చే ప్రాణమా? ప్రాణం అంటే ఏమిటి? ఆత్మ అన్నా ప్రాణం అన్నా ఒకటేనా? ఆత్మకీ, (soul), ప్రాణానికీ (life), చేతస్సుకీ (consciousness) సంబంధం ఏమిటి? అసలు ప్రాణికీ జడ పదార్థానికీ మధ్య ఉన్న వ్యత్యాసం ఏమిటి?

ఈ పుస్తకంలో ఈ ప్రశ్నలకి ఆధునిక శాస్త్రీయ దృక్పథంతో సమాధానాలు వెతుకుదాం. ఈ నాటి జీవశాస్త్ర సాంకేతిక పరిజ్ఞానంతో జడ పదార్థం నుండి ప్రాణి ఎలా పుట్టుకొచ్చిందో చాలమట్టుకి అర్థం అయింది. కాని మరొక ప్రాణి సహాయం లేకుండా, కేవలం జడ పదార్థంతో మొదలుపెట్టి, ప్రయోగశాలలో ఆ జడ పదార్థానికి ప్రాణం పొయ్యడం మనకి ఇంకా చేతకాలేదు. రేపో, మాపో అదీ జరుగుతుంది. అనాది కాలం నుండీ నేటి వరకు ఈ దిశలో శాస్త్రీయ పరిశోధన లోని ముఖ్య ఘట్టాలని సందర్శించడమే ఈ పుస్తకం యొక్క ముఖ్య లక్ష్యం.

అంతే కాదు. జడ పదార్థానికి ప్రాణం పోసి మనం సాధించేది ఏమిటి? ఈ అన్వేషణ, ఈ పరిశోధన, అంతా కేవలం మన కుతూహలం అనే దాహం తీర్చుకోడానికేనా? లేక, ఈ విద్య సముపార్జించడం వల్ల మన దైనందిన అవసరాలు తీరుతాయా? ఈ పరిజ్ఞానం వల్ల మన జీవితాలని - మన ఆర్థిక పరిస్థితిని, మన ఆరోగ్య పరిస్థితిని - మెరుగుపరచుకునే సావకాశాలు ఉన్నాయా? మన ప్రధాన లక్ష్యం మీద గురి ఉంచి, దారిలో ఎదురయే ఈ ప్రశ్నలకి కూడ సమాధానాలు వెతుకుదాం.

"ఇరవయ్యో శతాబ్దం భౌతిక శాస్త్రాలు (physical sciences) కి స్వర్ణయుగం అయితే ఇరవయ్యొకటవ శతాబ్దం జీవశాస్త్రాలు (biological sciences) కి స్వర్ణయుగం కాబోతూంది" అని విజ్ఞులు అంటున్నారు. ఈ మాటలో నిజం ఎంతో అతిశయోక్తి ఎంతో నిర్ధారించి చెప్పలేను కాని, ఒకటి మాత్రం నిర్ద్వందంగా నిజం – భౌతిక శాస్త్రపు పరిధి కంటె జీవశాస్త్రపు పరిధి బాగా పెద్దది. ఉదాహరణకి అమెరికా ప్రభుత్వం జీవశాస్త్రం మీద పెట్టే ఖర్చు చూసినా, జీవశాస్త్రపు పరిధిలో ఉన్న పనివారి సంఖ్య చూసినా, జీవశాస్త్రంలో మనం చేసే పరిశోధనల వల్ల మనకి వచ్చే లాభాలని లెక్క వేసుకొన్నా – ఇలా ఏ దృక్కోణంలో చూసినా - జీవశాస్త్రం ఇరవయ్యొకటవ శతాబ్దాన్ని ఏలెస్తుందనడంలో సందేహం లేదు. నిజానికి జీవశాస్త్రపు లోతుల్లో ఉన్న రహస్యాలని పరిశోధించి వెలికి తీసుకు రావడం వల్ల కలిగే తాకిడి మన ఆర్ధిక వ్యవస్థనీ, నైతిక దృక్పథాన్నీ, ఆఖరికి మన మనుగడనీ విపరీతంగా ప్రభావితం చేస్తుందనటంలో సందేహం లేదు. కనుక ఈ పుస్తకంలో స్పృజించే విషయాలు కేవలం జీవశాస్త్రపు విద్యార్థులనే దృష్టిలో పెట్టుకుని రాసినవి కావు. జనసామాన్యం, పాలక వర్గాలు కూడ తెలుసుకోవలసిన విషయాలు ఇక్కడ ముచ్చటించేను.

జీవశాస్త్రం (biology), జీవ సాంకేతికం (biotechnology), జన్యు సాంకేతికం (genetic technology) కూడ కలన యంత్రాలు తొక్కిన దారి వెంబడే ప్రయాణించిన పక్షంలో – అంటే ఒక మహా పరిశ్రమలా కొద్దిమంది చేతులలో కాకుండా, "ఇంటింటా ఒక సొంత కంప్యూటరు" తో ఒక కుటీర పరిశ్రమలా తయారయిన నాడు – జీవశాస్త్రపు పరిశ్రమలకి కూడ ఒక స్వర్ణ యుగం వస్తుంది. మొన్న మొన్నటి వరకూ బీద దేశంగా మగ్గిన భారత దేశం కంప్యూటర్ల ధర్మమా అని అకస్మాత్తుగా మధ్య తరగతి దేశమైనట్లే, ఈ జన్యు సాంకేతికం కూడ కుటీర పరిశ్రమలా పరివర్తన చెందిన నాడు మన దేశం మరొక అడుగు ముందుకు వేసి సకల

ఐశ్వర్యాలతో తులతూగుతుందని జోశ్యం చెబుతున్నాను. ఆ రోజు ఎప్పుడు వస్తుంది? కంప్యూటరు పరిశ్రమ ఊపు ఎలా అందుకుందో అటువంటి పరిస్థితులు మళ్లా జన్యు సాంకేతికం విషయంలో సమకూడిన నాడు! కంప్యూటర్ల ధర నలుగురికీ అందుబాటు లోకి రావటం, కంప్యూటరు వాడకానికి క్రమణికలు (programs) రాయగలిగే ప్రతిభ అందరికీ అవసరం లేకపోవటం, అంతర్జాలం (Internet) అనే రహదారి ద్వారా సమాచారాన్ని ప్రపంచంలో ఒక మూల నుండి మరొక మూలకి లిప్త మాత్రపు కాలంలో పంపగలిగే స్థోమత రావటం – ఈ మూడూ కంప్యూటర్లని కుటీర పరిశ్రమగా మార్చటానికి తోడ్పడ్డాయి. ఈ రకపు త్రివేణీ సంగమం జీవసాంకేతిక రంగంలో ఏర్పడిననాడు - అంటే, వినియోగదారులకి అనుకూలమైన స్నేహశీల (user-friendly) వాతావరణం వచ్చిన నాడు - మనం కంటూన్న కల నిజం అవుతుంది.

జన్యుసాంకేతికంలోని కీలకమైన భావాలు జనసామాన్యానికి, పాలకవర్గానికి అవగాహన అయితే ఒరిగేదేమిటి? ఈ రోజుల్లో వార్తాపత్రికలలో తరచుగా వచ్చే వార్తలలో రెండు ముఖ్యాంశాలు కనబడుతున్నాయి: ఒకటి, బహుళజాతి సంస్థలు లాభాపేక్షతో జన్యుపరంగా మార్పులు చేసిన పంటలని మన రైతుల నెత్తి మీద వేసి రుద్దుతున్నారనిన్నీ, వీటి వల్ల మన కర్షక వర్గానికి ధన నష్టం, ప్రాణ నష్టం కలగడమే కాకుండా ఈ కొత్త రకం ఆహారం తినడం వల్ల ప్రజాబాహుళ్యం వ్యాధిగ్రస్తం అవుతున్నాదనీ ఆందోళన చేస్తున్నారు. రెండు, జన్యు సాంకేతికం అవగాహనలోకి వస్తూన్నకొద్దీ ఇంతవరకు లొంగని రోగాలకి క్రొంగొత్త మందులు కనిపెడుతున్నారనిన్నీ, వీటి వల్ల కేన్సరు, డయబెటీస్, అనువంశికంగా వచ్చే జన్యు రోగాలకి చికిత్స దొరుకుతుందనిన్నీ ఆశ పడుతున్నారు. ఒక పక్క నుండి భయం! మరొక పక్క నుండి ఆశ! చీకటిలో కాలికి మెత్తగా తాడు తగిలినా అది పామే అని భయపడతాం. ఆ చీకటిలో ఒక

వెలుగు రేఖ ప్రసరించగానే అది పాము కాదనీ, కేవలం తాడు మాత్రమే అనీ తెలిసిన తరువాత ఆ భయం పూర్తిగా పోతుంది. ఈ పుస్తకం అటువంటి కిరణరేఖని ఒకదానిని ప్రసరించగలిగితే నా ప్రయత్నం సఫలం అయినట్లే!

వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

ప్లెజన్టన్, కేలిఫోర్నియా

2015

ఒకటవ భాగం: ఉపోద్ఘాతం

Can you use a prettier font for ALL chapter titles? just a suggestion

1. ఎక్కడనుండి వచ్చేం?

అనాది కాలం నుండీ మానవ మేధస్సుని వేధిస్తూన్న ప్రశ్నలు కొన్ని ఉన్నాయి.

నేను ఎవరు? ఎక్కడనుండి వచ్చేను? "నేను" అంటే ఏమిటి? భౌతిక శరీరమా? లేక ఈ శరీరానికి చైతన్యాన్ని ఇచ్చే ప్రాణమా? ప్రాణం అంటే ఏమిటి? ఆత్మ అన్నా ప్రాణం అన్నా ఒకటేనా? ఆత్మకీ, (soul), ప్రాణానికీ (life), చేతస్సుకీ (consciousness) సంబంధం ఏమిటి? అసలు ప్రాణికీ జడ పదార్థానికీ మధ్య ఉన్న వ్యత్యాసం ఏమిటి?

"నేను ఎక్కడనుండి వచ్చేను?" అని పిల్ల తల్లిని అడగకపోతేనే వింత. "నువ్వు నా కడుపులోంచి వచ్చేవు" అని తల్లి చెబితే, "మరి నువ్వు ఎక్కడనుండి వచ్చేవు?" అనే ప్రశ్న ఉదయించక మానదు. ఇలా అనంతంగా తిరోగమిస్తూ వచ్చే ప్రశ్నలని "కౌపీనసంరక్షణార్థ న్యాయం" అనొచ్చు. ఈ రకం "అనంత తిరోగమన ప్రశ్న" మరొకటి ఉంది. నేను ఎనిమిదో తరగతిలో ఉన్నప్పుడు కొత్తగా వచ్చిన మా సైన్సు మేష్టారిని ఒక ఆటపట్టిద్దామని కుర్రాళ్లం అంతా కూడబలుక్కుని, "మేష్టారూ! గుడ్డు ముందా? పిల్ల ముందా? చెప్పండీ!" అని ఆయనని నిలదీసి సవాలు చేసేం. ఆ రోజు ఆయన గంట సేపు భూమి మీద ప్రాణి ఎప్పుడు, ఎలా అవతరించిందో చెప్పి, "ఇప్పుడు మీరు చెప్పండి. గుడ్డు ముందా? పిల్ల ముందా?" అని ఎదురు ప్రశ్న వేసేరు.

అడిగేవాడి మనోప్రవృత్తికి అనుకూలంగా, చెప్పేవాడి నేపథ్యానికి అనుబద్ధంగా, ఈ ప్రశ్నలకి రకరకాల సమాధానాలు చెప్పొచ్చు. తాత్త్వికులు మన వేదవేదాంగాలలో ఇటువంటి ప్రశ్నలని క్షుణ్ణంగా పరిశీలించి చర్చించేరు. "కస్త్వం కోహం కుత ఆయాతః" అని ఎప్పుడో అడిగేరు

శంకరాచార్యులవారు ద్వాదశ మంజరీక స్తోత్రంలో. అంటే, "నేను ఎవరు? ఎక్కడనుండి వచ్చేను?" అని కదా అర్థం? "నేను ఎక్కడనుండి వచ్చేను?" అనే ప్రశ్నకి సమాధానంగా "యచ్చాపి సర్వభూతానాం బీజం" అంటూ "ఈ ప్రపంచం అంతా నా నుండే ఉద్భవించింది సుమా" అని నారాయణుడు నరుడికి గీతలో బోధ చేస్తాడు. "మరి నువ్వు ఎక్కడనుండి వచ్చేవయ్యా?" అని అర్జునుడు అమాయకంగా అడిగితే, "సర్గణామాదిరంతశ్చ మద్యంచైవహమర్జున" అన్నాడు గోవిందుడు. "ఈ సృష్టికి నేనే మొదలు, నేనే మధ్యలో ఉన్నాను, నేనే అంతం!" అని కదా అర్థం?

"నేను ఎవరు?" అనే ప్రశ్ననే తీసుకుందాం. నేను అంటే ఈ శరీరమా? లేక శరీరంలో ఉండే ఆత్మా? "క్షేత్రక్షేత్రజ్ఞయోర్ జ్ఞానం" (13.3) అంటుంది భగవద్గీత. అంటే క్షేత్ర (శరీరం) క్షేత్రజ్ఞుల (ఆత్మ) గురించిన జ్ఞానమేదియో అదే నిజమయిన జ్ఞానం అని అర్థం. అంటే, "క్షేత్రానికీ క్షేత్రజ్ఞుడుకి మధ్య తేడా తెలియాలంటే జ్ఞానం కావాలి" అంటూ జడ పదార్థానికీ దానిని చైతన్య పరచే ప్రాణానికీ మధ్య గల సంబంధం ఏమిటో క్షేత్రక్షేత్రజ్ఞ విభాగయోగంలో నారాయణుడు నరుడికి బోధ చేస్తాడు.

అసలు ప్రాణం అంటే ఏమిటి? జడ పదార్థానికీ ప్రాణికీ మధ్య ఉన్న వ్యత్యాసం ఏమిటి? గుళిక సిద్ధాంత (quantum theory) సౌధం నిర్మించిన వారిలో అగ్రగణ్యుడుగా పేరెన్నికగన్న ష్రోడింజర్ (Erwin Schrodinger, 1887 – 1961) అనే భౌతిక శాస్త్రవేత్త, సా. శ. 1943 లో, డబ్లిన్ నగరంలో, ఇదే విషయం మీద మాట్లాడుతూ, "ఒక చోట, ఒక సమయంలో, ఒక జీవి శరీరంలో జరిగే జీవన ప్రక్రియలని మనకి తెలిసిన భౌతిక, రసాయన శాస్త్రాల ద్వారా ఎలా సమన్వయ పరచగలం?" అనే అంశం మీద ఆయన దృష్టిని కేంద్రీకరించేరు. ఈ ప్రసంగాల

సారాంశమే తరువాత "ప్రాణి అంటే ఏమిటి?" (What is Life?) అన్న పేరుతో పుస్తకం వెలిసింది. ఈ పుస్తకం ఆరవ అధ్యాయంలో ష్రోడింజర్ అంటారు: "ప్రాణం ఉన్న పదార్థం, ప్రస్తుతం మన అవగాహనలో ఉన్న భౌతిక సూత్రాలని అతిక్రమించకుండా ఉంటూ, ప్రస్తుతం మన అవగాహనలో లేని ఇతర భౌతిక సూత్రాలకి కూడ ఒదిగి ఉండవలసి రావచ్చు. అప్పుడు ఆ కొత్త సూత్రాలు పాత వాటితో కలసి సరికొత్త భౌతిక శాస్త్రానికి పునాదులు కావచ్చు." ఈ వాక్యాన్ని బట్టి ప్రాణి గురించి అప్పట్లో మనకి తెలిసినది అసమగ్రం, అసంపూర్ణం అని అర్థం అవుతోంది. (ష్రోడింజర్ పైన ఉటంకించిన అభిప్రాయాలు 1943 లో. ఒక దశాబ్దం తరువాత అరైకామ్లపు జంట పెన నమూనాని (DNA's double helix model) వాట్సన్, క్రిక్ లు (Watson and Crick) 1953 లో ప్రచురించేరు.)

పైన నుడివిన పుస్తకం ఏడవ అధ్యాయంలో ష్రోడింజర్ చేతస్సు (consciousness) గురించి ప్రస్తావిస్తూ ఉపనిషత్సారంలోని ఆత్మని "కాన్షస్నెస్" అనిన్నీ, పరమాత్మని "యూనిటరీ కాన్షస్నెస్ " (unitary consciousness) అనిన్నీ అనడానికి మొగ్గు చూపుతారు. ఇక్కడ ప్రస్తావనలో ఉన్నవన్నీ భాషాతీత భావాలు. ఈ భావాలని వ్యక్త పరచడానికి ఏ భాషలోనూ సరి అయిన మాటలు దొరకవు. అందుచేత ఒక భాషలో ఒకరు వ్యక్తం చేసిన అభిప్రాయాన్ని మరొక భాషలో చెప్పడానికి ప్రయత్నం చేసినప్పుడు సమానార్థకాలైన మాటలు దొరకవు. ఇక్కడ వాడిన "కాన్షస్నెస్" అన్న ఇంగ్లీషు మాట అటువంటిదే; మత్తుమందు వాడినప్పుడు శరీరం మీద పోయే "స్పృహ" వంటి సంకుచిత భావంతో ఈ మాటని వాడడం లేదు. టూకీగా "నేను" అనే భావం, ఆ నేను యొక్క ఆవేశాలు, ఆలోచనలు, అనుభూతులు, వగైరాలన్నీ ఈ మాట అర్థంలో ఇముడుతాయి. దీనిని ఆత్మ (soul) అనాలా, చేతస్సు (consciousness) అనాలా అన్న విషయం చదువరుల వివేచనకి వదలి పెడుతున్నాను.

ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రం అధ్యయనం చెయ్యడానికి మూల స్తంభాలు గణిత, తర్క శాస్త్రాలది. ఆ గణిత-తర్కాల దన్నుతో భౌతిక శాస్త్రాన్ని అవుపోశన పట్టవచ్చు. ఈ భౌతికశాస్త్రం వేసిన పునాదుల మీద రసాయనశాస్త్రం అనే మేడని కట్టడం తేలిక. రసాయనశాస్త్రంలో పట్టు ఉంటే కాని జీవరసాయనశాస్త్రం అర్థం కాదు. కనుక "జీవానికి మొదలెక్కడ?" అనే విషయాన్ని ఎన్నో కోణాల నుండి తర్కించి చూడవచ్చు. ఈ పరిశోధనలన్నిటికి మూల స్తంభం "జడ పదార్థం నుండే ప్రాణి సాక్షాత్కరించింది" అనే గాఢ నమ్మకం. జడ పదార్థంలో ఉన్న అణు సమూహాలు యాధృచ్ఛిక ప్రక్రియల ద్వారా, చీకుగా సంయోగ వియోగాలు చెందుతూ ఉంటే, అకస్మాత్తుగా, ఎవ్వరి ప్రమేయం, ప్రోత్సాహం లేకుండా, కేవలం ప్రకృతి ధర్మానుసారంగా, తాపగతి శాస్త్రపు (thermodynamics) సూత్రాలకి తల ఒగ్గుతూ, ప్రాణి పుట్టుకొచ్చిందని వీరందరి నమ్మకమూను. ఇక్కడ అంతర్వాహినిగా ప్రవహిస్తూన్న అంశం ఏమిటంటే సృష్టి క్రియకి వెనక దైవాంశ సంభూతమైన అదృశ్య హస్తం ఏదీ ఉండవలసిన అవసరం లేదనే నమ్మకమే! అనాది కాలంలో, ప్రాణి ఈ భూమి మీద ఉద్భవించడానికి ముందు కాలంలో, ప్రపంచవ్యాప్తంగా ఉన్న సముద్రంలో రకరకాల బణువులు కొట్టుమిట్టాడుతూ ఉన్న కాలంలో, అకస్మాత్తుగా, స్వయంపునరోత్పాదక శక్తి (self-reproducing capability) ఉన్న బణువులు పుట్టుకొచ్చాయనిన్నీ, అవే ప్రాణానికి, ఆ ప్రాణం పునరోత్పత్తికీ మూల స్తంభాలయేయనీ వీరి ప్రతిపాదన.

భగవానుడనే శక్తి ఉండుంటే ఆ శక్తి మానవుడిని పుట్టించే ముందు "కుతూహలం" అనే దానిని సృష్టించి ఆ కుతూహలాన్ని మానవుడికి వరంగా ఇచ్చి ఉంటుంది. మనిషిని మాను నుండి వేరు చేసేది ఈ కుతూహలమే. తెలుసుకోవాలనే ఆకాంక్ష ప్రాణం లేని రాయికి లేదు, ప్రాణం ఉన్న చెట్టుకి లేదు. తన పరిసరాల గురించి తెలుసుకోవాలనే వాంఛ గాని, ఆ పరిసరాలని

తన అదుపులో పెట్టుకోగలిగే స్థోమత గాని చెట్టుకి లేదే. కాలం, కర్మం కలసి వచ్చి వేళ్లు నీటి వాత పడినా, చెట్టు మీద వాన జల్లు పడినా చెట్టు బతుకుతుంది. మేక వచ్చి మేసేస్తే మరణిస్తుంది. పారిపోలేదు కదా చెట్టు! అచలమైన ప్రాణి మీద చలించే ప్రాణిదే పై చెయ్యి.

చలనం, చైతన్యం, చురుకుదనం – ఇవి విజయానికి పునాది రాళ్లు. గద్దకి చాల చురుకైన దృష్టి ఉంది. ఈ చురుకుతనాన్ని ఉపయోగించే ఎత్తుగా ఆకాశవీధులలో ఎగురుతూన్న గద్ద ఎక్కడో మారు మూలని నేలపై పాకురుతున్న ఎలక మీదకి ఏకలవ్యుడి బాణంలా దూసుకుని వస్తుంది. కుక్కకి వాసనని గ్రహించే శక్తి విశిష్టంగా ఉంది. తరచి చూస్తే ప్రతి జీవిలోను ఏదో ఒక ప్రత్యేకమైన ప్రతిభ కనబడుతూనే ఉంటుంది. మరి మానవుడి మాట? మానవుడికి విశిష్టమైన మేధస్సు ఉంది. ఆ మేధస్సుతో ఆలోచనా శక్తి వచ్చింది. దానితో చేతస్సు వచ్చింది. అందుకనే “నేనెవరిని? ఎక్కడనుండి వచ్చేను?” అన్న ప్రశ్నలని లేవదీయగలిగేడు.

ఈ పుస్తకంలో భూమి మీద జడ పదార్థం నుండి జీవి ఎలా పుట్టుకొచ్చిందో వివరించే సిద్ధాంతాన్ని అనుపూర్విక క్రమంలో పరిశీలిద్దాం. ఈ పరిశీలనలో పైన అడిగిన ప్రశ్నలన్నిటికి సమాధానాలు దొరికినా, దొరకకపోయినా ప్రస్తుతం శాస్త్రం ఎక్కడ ఉందో అర్థం చేసుకోవడం గమ్యంగా పెట్టుకుందాం.

2. సువర్ణయోగం

చరిత్రలో, చాల కాలం పాటు, సత్యాన్వేషణ, భగవదాన్వేషణ అన్నవి పర్యాయ పదాలుగా వాడడం జరిగింది. భగవంతుని ప్రస్తావన తీసుకుని రాకుండా కేవలం ప్రకృతి సత్యాలని గురించి తెలుసుకోవాలనే కుతూహలం పుట్టేసరికి కొంతకాలం పట్టింది.

అది గౌతమ బుద్ధిని కాలం. క్రీస్తు శకారంభానికి 500-600 ఏళ్ల ముందు కాలం. ఎందువల్లనో ప్రపంచంలో, పలు చోట్ల, తార్కికమైన చింత బాగా పెరిగింది. దేవుడనే భావం మీద ఆధారపడకుండా, కంటికి ఎదురుగా ఉన్న సృష్టి విచిత్రాన్ని అవగాహన చేసుకుందుకి మానవుడు ప్రయత్నించేడు. భారత దేశంలో గౌతమ బుద్ధుడు, చైనాలో కన్ఫ్యూషియస్ , గ్రీసు దేశంలో థేల్స్, అనాక్సిమేండర్, మొదలైన వారు సమకాలీకులవడం గమనార్హం!

ఆధునిక వైజ్ఞానిక దృక్పథానికి ఆద్యుడనదగ్గ గ్రీకు తత్త్వవేత్త థేల్స్ (Thales, సుమారు క్రీ. పూ. 624 -546), "ఈ ప్రపంచం దేనితో తయారయింది?" అని ఒక సారి ప్రశ్నించేరు. మేఘాలు, మృగాలు, వృక్షాలు, ఇలా వివిధ రూపాలలో కనిపిస్తూన్న ఈ స్థూల ప్రపంచం అంతా సూక్ష్మ రూపంలో ఒక్కటేనా? మనకి దృగ్గోచరమయే బహుళత్వంలో ఏకత్వం ఉందా? సృష్టి అంతా మన మేధకి అందనంత క్లిష్టమైనదా లేక విశ్లేషించి అధ్యయనం చేస్తే అర్థం అవుతుందా? ఇటువంటి ప్రశ్నలతో ఆయన చాల కాలం కుస్తీ పట్టేరు. బంకమట్టితో ఇటికలు చేసి, ఆ ఇటికలని మూల పదార్థంగా వాడి రకరకాల ఆకారాలలో గోడలు, ఇళ్లు, గుడులు, గోపురాలు, గోరీలు కట్టినట్లే సృష్టిలో మనకి కనిపించేవన్నీ – అంటే, మేఘాలు, మృగాలు, వృక్షాలు, వగైరాలు – ఒక మూల పదార్థంతో తయారయి ఉండాలని ఆయన వాదించేవారు. ఆ మూల పదార్థం ఏదయి ఉంటుంది? ఆయన సముద్రపు ఒడ్డున నివసించేవారు. రోజు

ఎదురుగా ఉన్న మహాసాగరాన్ని చూసి, చూసి సృష్టికి మూలం నీరు అన్నారు. అంటే, ప్రపంచంలోని పదార్థాలన్నీ నీటితో తయారు చెయ్యబడ్డాయని ఆయన ఆలోచన. సృష్టికి మూలం జలం. సర్వవ్యాప్తమయిన జలం నుండే సృష్టి మొదలయి ఉండాలి. ఇదీ ఆయన ప్రవచనం.

థేల్స్ ప్రవచనం (statement) అందరికీ ఆమోదయోగ్యం కాలేదు. అందరి వరకు ఎందుకు? ఆయన దగ్గర శిష్యరికం చేస్తూన్న అనాక్సిమేండర్ (Anaximander, సుమారు, క్రీ. పూ. 610-546) గురువుగారితో ఏకీభవించలేదు. ఇసకలో నీళ్లు లేవు. నీటి కంటె సర్వవ్యాప్తమైనది భూమి. కనుక సృష్టికి మూలం భూమి అన్నారు అనాక్సిమేండర్. నీటి కంటె, భూమి కంటె సర్వవ్యాప్తమైనది గాలి కనుక, సృష్టికి మూలం గాలి అవాలి అని కొందరు వాదించేరు. సర్వవ్యాప్తం అయినంత మాత్రాన సరిపోదు, శక్తిమంతమై ఉండాలి కనుక సృష్టికి మూలం అగ్ని అయితే బాగుంటుందని మరొకరు ముచ్చట పడ్డారు. ఇంతకీ ఈ నాలుగింటిలో దేనికి అగ్రస్థానం ఇవ్వాలి? ఈ తగువు తీర్చడానికి ఎంపిడోక్లీస్ (Empedocles, సుమారు క్రీ. పూ. 490-430) అనే తత్త్వజ్ఞుడు మధ్యవర్తిత్వం వహించేడు. అన్ని పక్షాల వారి వాదనలని పూర్వపక్షం చేస్తూ, “సృష్టికి మూలం నీరు, నిప్పు, గాలి, మట్టి” అంటూ తుని తగవులా తీర్పు చెప్పేడీయన.

ఈ నాలుగింటికీ ఆకాశం చేర్చి మనవాళ్లు సృష్టికి మూలం పంచభూతాలు అన్నారు. యవన, రోమక తత్త్వాలకీ, మన వేదాంత తత్త్వానికి ఇక్కడ చెప్పుకోదగ్గ తేడా కనిపిస్తుంది. ఉదాహరణకి అంకెలని లెక్కపెట్టడమే తీసుకుందాం. యవనులు ఆల్ఫా (1), బీటా (2), గామా (3), డెల్టా (4),..., అయోటా (10), కప్పా (20), లాండా (30),..., రో (100), సిగ్మా (200), టౌ (300),... అంటూ వారి అక్షరాలనే అంకెలలా వాడేవారు. వీరి లెక్కింపు పద్ధతిలో

సున్న లేదు. యవనులు I, II, III, IV, V, VI,...X,...,L,...,C,... వగైరా గుర్తులు వాడేవారు. వీరి లెక్కింపు పద్ధతిలోనూ సున్న లేదు. సున్న లేకపోవడం వల్ల ఈ రెండు పద్ధతులతోను లెక్కలు చెయ్యడం చాల కష్టం. "ఏమీ లేదనే భావానికి కూడ ఒక మాట, ఒక గుర్తు ఉండాలనే ఊహ తట్టడం వల్లనే భారతీయ గణన పద్ధతి ప్రపంచవ్యాప్తంగా అమలు లోకి వచ్చింది. మూల పదార్థాల జాబితాకి శూన్యాకాశాన్ని చేర్చడం కూడ అంకెలకి సున్నని చేర్చడం లాంటి పనే అని నా అభిప్రాయం. ఈ రకపు ఆలోచనకి వెనక ఉన్న తర్కాన్ని సూచిస్తాను.

విశ్వానికి మూలం నీరు, మట్టి, గాలి, నిప్పు అనగానే సరిపోతుందా? వీటిల్లో దేనికి పెద్దరికం ఇవ్వాలన్న సమస్య ఎదురయింది. ఈ సమస్యని అరిస్టాటిల్ (Aristotle, క్రీ. పూ. 381-322) అనే తత్త్వవేత్త పరిష్కరించేరు. విశ్వానికి మధ్యలో భూమి ఉందన్నారు ఆయన. ఈ భూగోళం చుట్టూ ఆవరించుకుని జలగోళం ఉందన్నారు. భూమి మీద మనకి కనిపించే చెరువులు, సరస్సులు, నదులు, సముద్రాలే ఈ జలగోళం అంటే. ఈ జలగోళం చుట్టూ వాయుగోళం ఉందన్నారు. భూమిని ఆవరించుకుని ఉన్న వాతావరణమే ఈ వాయుగోళం. ఈ వాయుగోళం చుట్టూ అగ్ని గోళం ఉందన్నారు. అప్పుడప్పుడు వాయుగోళానికి చిల్లు పడితే, ఆవల ఉన్న అగ్ని గోళమే మనకి మెరుపుల రూపంలో కనిపిస్తుందని అరిస్టాటిల్ వాదించేరు. అగ్ని గోళానికి బయట ఏమి ఉంది? ఏమీలేదు. ఏమీ లేకపోవడమేమిటి? ఖాళీ ఉంది కదా! ఆ ఏమీ లేని ఖాళీ ప్రదేశాన్నే – సున్నతో పరిచయం ఉన్న మనవాళ్లు - "ఆకాశం" అన్నారని నా అభిప్రాయం.

ఇలా పంచ భూతాలనీ ఊహించుకుంటే పంచభూతాలలో భూమిది కేంద్ర స్థానం అయింది. అంతే కాదు. మట్టిలో మాణిక్యాలు దొరుకుతాయి. పంటలు పండుతాయి. పుట్టి గిట్టిన ప్రతి జీవీ చివరికి మట్టిలోనే కలుస్తుంది. కనుక "నేను ఎవరిని?" అనే ప్రశ్నకి మట్టిలోనే సమాధానం

దొరకొచ్చు అని కొందరు ఆశించేరు. మట్టిలో దొరికే వాటిల్లో బంగారానిది అగ్రస్థానం. కర్మ పరిపక్వం చెందేవరకు పునర్జన్మలు ఎత్తి, చివరికి మోక్షం సాధించినట్లు, మట్టిలో దొరికే ఇనుము వంటి నాసి రకం పదార్థాలు అంచీల మీద బంగారంగా మారతాయని కొందరు వాదించేరు. పుణ్యం చేస్తే స్వర్గానికి వెళతాము. మరి ఏమిటి చేస్తే ఇనుము బంగారంగా మారుతుంది? పుతం వేసి చూడమన్నారు. పసరు రాసి చూడమన్నారు. పరుసవేది (Philosopher's stone) స్పర్శతో క్షుద్ర లోహాలు బంగారంగా మారుతాయనే నమ్మకం ప్రబలింది. ఉద్భటారాధ్య చరిత్రం అనే గ్రంథంలో, 16 వ శతాబ్దం వాడైన, రామకృష్ణ కవి ఒక చోట ఇలా అంటాడు: "పరుసము సోకిన లోహము బంగారముగా మారినట్లు ఉద్భటుడనే ఆ సద్గురుని మహిమ కారణంగా వసుధలోని జనులంతా సంపన్నులయారు." ఇది "హంస పాలనీ, నీటినీ వేరు చేసి పాలనే తాగుతుంది" అనే కవిసమయం వంటిదైనా కావచ్చు లేదా ఈ నమ్మకాన్ని - పదహారో శతాబ్దంలో కూడ - పట్టుకుని మనవాళ్లు వేల్లాడుతూనైనా ఉండి ఉండవచ్చు. ఏది ఏమైనా ఆ రోజుల్లో (సా. శ. 1000 నుండి 1450 వరకు) కనకం వైపు మానవుడి దృష్టి మళ్లింది. మళ్లి చలించింది. ఆ చలనంతో సత్యాన్వేషణ అనే చింత చెంత నుండి పోయింది. పురిటిలోనే సంధి కొట్టినట్లు విజ్ఞానశాస్త్రం వికసించే దశలోనే పెడతోవ పట్టింది. రసవాదమే అనండి. సువర్ణయోగమే అనండి. ఇనుము వంటి లోహాలని బంగారంగా మార్చడానికీ, ఆకు పసరుని అమృతంగా మార్చడానికీ వ్యర్థమైన ప్రయత్నాలు చేసి తరతరాలు క్షోభించేడు మానవుడు. ఈ క్షోభే క్రమేపీ ఆధునిక రసాయన శాస్త్రానికి పునాది అయింది.

ఇనుము వంటి చవకబారు పదార్థాన్ని బంగారం వంటి మేలు రకం లోహంగా మార్చే పద్ధతిని గ్రీకు భాషలో "కిమియా" (khymea) అనే వారు. కిమియా అంటే పెద్ద రహశ్యం ఏమీ కాదు.

ఇనుముని కొలిమిలో ఎర్రగా కాల్చడం. సుత్తితో బాదడం. ఏ పసరో పూయడం. మళ్లా కాల్చడం. మళ్లా బాదడం. పందిని ఏమి చేస్తే నంది అవుతుంది? కాని పేరాశతో పెన్నిధి వెతికేవాడికి హితోపదేశం చేస్తే అది బధిరశంఖ న్యాయమే అవుతుంది. కిమియా విషయంలో జరిగింది అచ్చంగా అదే. గ్రీకులు బంగారం చేసే రహస్యం తెలుసుకుని ఏదో మెరిగిపోతున్నారన్న భ్రమతో అరబ్బులు ఈ విద్యని నేర్చుకుని వాళ్ల భాషలో "ఆల్ కిమియా" (al khymea) అన్నారు. మనం సంస్కృతంలో మాటలకి డు, ము, వు, లు అనే ఉత్తర ప్రత్యయాలు చేర్చి వాటిని తెలుగు మాటలు చేసుకున్నట్లే అరబ్బీలో "ఆల్" అనే పూర్వ ప్రత్యయం చేర్చాలి. కనుక గ్రీకు భాషలోని కిమియా కాస్తా అరబ్బీలో "ఆల్కిమియా" అయింది. అది ఇంగ్లీషులోకి వచ్చి "ఆల్కెమీ" (alchemy) అయింది. ~~ఈ~~ ఆల్కెమీ అనే మాటకి సమానార్ధకమైన మాట "సువర్ణయోగం" అని నా నమ్మకం. ఈ సువర్ణయోగం సిద్ధించడం కోసం యోగి వేమన బాగా ప్రయత్నాలు చేసినట్లు ఆధారాలు ఉన్నాయి.

రెండవ భాగం: బణువులు

3. ఆధునిక రసాయనం

సువర్ణయోగులంతా గుడ్డెద్దు చేలో పడ్డట్టు బంగారం కొరకు వెర్రి పనులు చేసేరంటే అది నిజానికి దూరమే అవుతుంది. పురాతన కాలంలో బాగా పేరు సంపాదించిన జబీర్ బిన్ హయాన్ (Jabir bin Hayyan) అనే అరబ్బు, సా. శ. 760-815 ప్రాంతాలలో, సువర్ణయోగం సిద్ధించడం కోసం చాల జాగ్రత్తగా కొన్ని ప్రయోగాలు చేసారు. నత్రికామ్లం (nitric acid) తయారు చేసేరు. ఆ రోజుల్లోనే రంజన ద్రవ్యాల (dyes) మీద, రంగుల మీద పరిశోధనలు ముమ్మరంగా జరిగేయి. మకిలి బారిన ఇనుముని పచ్చటి బంగారంగా మార్చాలంటే రంగుల లక్షణాలు తెలియాలి కదా. ఆ సందర్భంలోనే హయాన్ తెల్ల సీసం (white lead) తయారు చేసేరు. ఇలా రంగుల మీద ప్రయోగాలు చేస్తూన్న తరుణంలోనే ఆఫ్ఘనిస్తాన్ లో దొరికే నీలి వైడూర్యాలని (blue lapis lazuli) అరగదీసి, పొడిచేసి, నానా యాతనలు పడి నీలి రంగుని తయారు చేసేరు. మేలు రకం నీలి రంగు కోసం అన్వేషణ మొన్నమొన్నటి వరకు జరుగుతూనే ఉంది. (రాబోయే అధ్యాయాలలో నీలిమందు కుండీల కథ చదువుతారు.)

ఆ రోజుల్లోనే లోహాల మౌలిక లక్షణాలు అవగాహన చేసుకుందికి ప్రయత్నం జరిగింది. పందిని నందిగా మార్చాలంటే పంది లక్షణాలు, నంది లక్షణాలు తెలియాలి కదా. అలాగే ఇనుముని కాని, సీసాన్ని కాని బంగారంగా మార్చాలంటే ఇనుము యొక్క లక్షణాలు, సీసం లక్షణాలు, బంగారం లక్షణాలు క్షుణ్ణంగా అర్థం కావాలి. ఇదెలా సాధ్యం? ఆ రోజులలో వారికి తెలిసిన లోహాలని పుటం వేసి చూసేరు. పొడి చేసి చూసేరు. జల్లించి చూసేరు. ఎప్పటికయినా ఆ లోహాల సూక్ష్మ రూపం అర్థం అయితే ఆ పరిజ్ఞానంతో బంగారం గుట్టు రట్టు చెయ్యవచ్చని వారి ఆశ. ఈ విధంగా శతాబ్దాలు గడచిపోయాయి.

ఈ సువర్ణయోగం అనే రొంపి నుండి మనని బయటకి లాగిన ఘనత రాబర్ట్ బోయల్ (Robert Boyle, 1627-1691) అనే ఐర్లండు దేశపు శాస్త్రవేత్తకి దక్కింది. ఈయన సా. శ. 1661 లో "ద స్కెప్టికల్ కిమిస్ట్" (The Sceptical Chymist) అనే పుస్తకం ప్రచురించేరు. దూరదృష్టి లేకుండా ప్రయోగాలు చేస్తూన్న సువర్ణయోగులని ఆయన తూలనాడేరు. సువర్ణయోగంలో పసరు తప్ప పస లేదని వాదిస్తూ, "ఆల్ కెమీ" అన్న మాట లోని అరబ్బీ పూర్వప్రత్యయం అయిన "ఆల్" ని పీకి పారేసి "కిమియా" (khymea) అన్న మాటలోని kh స్థానంలో ch ప్రవేశపెట్టి "కెమిస్ట్" (chemist) అనే కొత్త మాటని తయారు చేసేరు. పేరు మార్చితే కాని పోకడ మారదన్న నమ్మకం మనలో కూడ ఉంది. అందుకనే మన ముద్ర వేయాలనే తాపత్రయంతో స్వతంత్రం వచ్చిన తరువాత ఊళ్ల పేర్లు మార్చేసేం. పేర్ల వర్ణక్రమాలు మార్చేసేం. అంతవరకు ఎందుకు. మనలో ఒక మూఢ నమ్మకం ఉంది. సొగుసుగా పెట్టిన పేరు గల పిల్ల దక్కకపోతే "పెంటమ్మ" లాంటి పేరు పెడతారు. అలాగే పేరు మార్చితేకాని పోకడ మారదని బోయల్ "కెమెస్ట్రీ" (chemistry) అనే కొత్త మాట సృష్టించేరు. సృష్టించి ఊరుకున్నారా? లేదు. పంచభూతాలనీ పెంట మీద పారవేసేరు. సృష్టికి మూలకారకమైన "మూలకాలు" (elements) ఏవేమిటో తెలుసుకోడానికి ఆయన ఒక చిటకా చెప్పేరు. "ఏదైనా ఒక పదార్థం మూలకం అవాలంటే ప్రప్రధమంగా అది "కల్తీ" లేని పదార్థం అయి ఉండాలి. ఇక్కడ "కల్తీ" అంటే ఒకే జాతి పదార్థం అని అర్థం. ఉదాహరణకి కంచు, ఇత్తడి మూలకాలు కావు. ఎందుచేతనంటే రాగితో ఇతర లోహాలు కలిపితే కంచు, ఇత్తడి వస్తాయి; కాని, రాగి మాత్రం మూలకమే. ఇదీ మూలకం అనే భావానికి బోయల్ ఇచ్చిన నిర్వచనం.

బురదగా ఉన్న మైదానంలో మొట్టమొదటి అడుగులు వెయ్యడమే కష్టం. ముందు నడిచే వ్యక్తి అడుగుజాడల్లో పది మంది నడిచేసరికి కాలిబాట రహదారిలా మారుతుంది. బోయల్ దారి చూపించగానే జాన్ డాల్టన్ (John Dalton, 1766-1844) అనే ఇంగ్లీషు శాస్త్రవేత్త బోయల్ సలహాకి చిన్న సవరణ చేసేరు. డాల్టన్ "పదార్థాలన్నీ అతి సూక్ష్మ ప్రమాణంలో ఉన్న అణువు (atom) ల సముదాయాలు. ఒక పదార్థం మూలకం అనిపించుకోవాలంటే అందులో ఉన్న అణువులు అన్నీ ఒకే రకం అణువులు అయి ఉండాలి" అని అన్నారు. దీనినే అణు సిద్ధాంతం (atomic theory) అంటారు. గ్రీకు భాషలో "అతోమోస్" అంటే అఖండమైన (ఖండించడానికి వీలు పడనిది) అని అర్థం. ఈ మాటకి సమానార్థకమైన భావంతో ఉన్న "అణువు" అనే మాట వేదాలలో ఉంది. ఆత్మ స్వరూపాన్ని వర్ణిస్తూ, "నీవారసూకవర్తన్వీ పీతాభాస్వత్వణూపమా" అంటుంది మంత్రపుష్పం.

అణు సిద్ధాంతం యొక్క సారాంశాన్ని ఈ కింది విధంగా పొందుపరుస్తాను. మూలకములు (elements) ఎటువంటి రసాయనిక ప్రక్రియల తోటీ విభజించడానికి వీలుపడని అణువులు (atoms) తో నిర్మించబడ్డాయి. బంగారంలో బంగారం (Gold) అణువులు తప్ప మరే ఇతర జాతి అణువులూ లేవు కనుక అది మూలకం కింద లెక్కించబడుతుంది. ఉదజని (Hydrogen) వాయువులో కేవలం ఉదజని అణువులు తప్ప మరే ఇతర అణువులు ఉండవు కనుక ఉదజని కూడ మూలకమే. ఇత్తడి (Brass) అంటే రాగి (Copper), యశదము (Zinc) కలవగా వచ్చిన మిశ్రమ లోహం. కనుక ఇత్తడి మూలకం కాదు; కానీ, రాగి, యశదము మూలకాలే. ఎంతో పరిశ్రమ చేసి ఏయే పదార్థాలు మూలకాలో, ఏయే పదార్థాలు మిశ్రమాలో కనుక్కున్నారు. ఇప్పటికి 108 మూలకాలు ఉన్నాయని తేలింది.

(నిజానికి ఇది పూర్తిగా నిజం కాదు. మూలకాలు మొత్తం అన్నీ కలుపుకుని 120 వరకూ ఉండొచ్చని అంటున్నారు.)

మూలకాలన్నీ ప్రకృతిసిద్ధాలు కావు. సర్వసాధారణంగా అవి ఇతర మూలకాలతో కలసి సంయోగ పదార్థాలుగా కాని, ఇతర కల్మషాలతో కలసి ఖనిజములుగా (minerals) కాని దొరుకుతాయి. ఉదాహరణకి మన చుట్టూ ఉన్న గాలిలో ఆమ్లజని, నత్రజని, ఆర్గాన్ అనే మూలకాలు, నీటి ఆవిరి, బొగ్గుపులుసు వాయువు అనే సంయోగ పదార్థాలు కలిసి ఉన్నాయి. ఈ ఆమ్లజని రెండేసి ఆమ్లజని అణువులతో కూడిన గుంపులుగా ఉంటుంది. నీటి ఆవిరి అంటే రెండు ఉదజని అణువులు, ఒక ఆమ్లజని అణువు కలిసిన గుంపు. బొగ్గుపులుసు వాయువు అంటే ఒక కర్బనం అణువు, రెండు ఆమ్లజని అణువుల గుంపు. అణువులు ఇలా జట్టు కట్టి గుంపులుగా ఉన్నప్పుడు ఒక గుంపులో ఉన్న అణువులన్నీ ఒకే జాతివి కావచ్చు (ఉదాహరణ, గాలిలో ఉండే ఆమ్లజని), లేదా బహుళ జాతులవి కావచ్చు (ఉదాహరణ, గాలిలో నీటి ఆవిరి, బొగ్గుపులుసు వాయువు). ఇలా జట్టుకట్టిన అణువుల గుంపులు పదే పదే మనకి తారసపడతాయి కనుక వాటిని “బహుళ అణువులు” లేదా “బణువులు” (molecules) అందాం. మరొక విధంగా చెబుతాను. ఏ వస్తువైనా సరే, తన స్వతస్సిద్ధమైన రసాయనిక లక్షణాలని పోగొట్టుకోకుండా ఎంత చిన్న ముక్క కాగలదో ఆ చిన్న ముక్కని “బణువు” అంటున్నాం. అంటే నీటిని అతి సూక్ష్మ రూపం వచ్చే వరకూ ఛేదించగా చివరికి మిగిలేది నీటి బణువు. ఈ నీటి బణువుని ఇంకా ఛేదిస్తే రెండు ఉదజని అణువులు, ఒక ఆమ్లజని అణువు వస్తాయి తప్ప “నీటి అణువు” అనే ప్రసక్తే లేదు. అలాగే మనం పీల్చే గాలిలో ఉండే ఆమ్లజని బణురూపంలో ఉంటుంది కాని అణురూపంలో కాదు. ఒక ఆమ్లజని

బణువులో రెండు ఆమ్లజని అణువులు ఉంటాయి. టూకీగా చెప్పాలంటే, గుంపులుగా ఉన్న అణు సమూహాలే బణువులు.

రసాయనశాస్త్రంలో మూలకాల పేర్లు పదే పదే వాడవలసిన అవసరం వస్తూ ఉంటుంది. అందుకని వీటికి సంక్షిప్తంగా పేర్లు ఉంటే బాగుంటుందని బెర్జీలియస్ (Berzelius) సూచించేరు. అప్పట్లో ఆయనకి తెలిసున్న మూలకాల పేర్లు అన్నీ లేటిన్ భాషలో రాసేరు. రాసి, వాటి మొదటి అక్షరాన్ని ఆ మూలకానికి సంక్షిప్తనామంగా వాడమన్నారు. ఈ రకం అలవాటు మనకీ ఉంది. శ్రీరంగం శ్రీనివాసరావు పేరుని శ్రీశ్రీ గా కుదించి రాయడం లేదూ? అలాగే. ఈ పద్ధతిలో ఉదజని (Hydrogen) లేటిన్ పేరు "హైడ్రొజీనియం" (hydrogenium) కనుక ఆ పేరు "ఎచ్" (H) అనే అక్షరంతో మొదలవుతుంది కనుక "హైడ్రొజన్" పొట్టిపేరు ఇంగ్లీషు అక్షరం H. ప్రపంచంలో అన్ని భాషలలోనూ ఈ పొట్టిపేరునే, ఇదే ఇంగ్లీషు అక్షరాన్నే, వాడాలని నిశ్చయించేరు. వరుస క్రమంలో తరువాత వచ్చే మూలకం రవిజని లేదా లేటిన్ భాషలో "హీలియం" (Helium). ఇది కూడ H తోటే మొదలవుతుంది కనుక, సందిగ్ధానికి తావు ఇవ్వకుండా ఉండడానికి, దీనికి మొదటి రెండక్షరాలతో He అని హ్రస్వ నామకరణం చేసేరు. ఇదే బాణీలో కర్బనానికి, దాని లేటిన్ పేరుని పురస్కరించుకుని, C అని పొట్టి పేరు పెట్టేరు. ఖటికం (Calcium) దగ్గరకి వచ్చేసరికి దానికి రెండక్షరాల పొట్టిపేరు Ca అని పెట్టేరు. ఈ పేర్లు పెట్టడంలో ఒక నియమం ఉంది. పొట్టి పేర్లు అన్నీ ఇంగ్లీషులోని పెద్ద బడిలోని అక్షరాలతోనే మొదలవుతాయి. రెండక్షరాల పేరు పెట్టవలసి వచ్చినప్పుడు, మొదటి అక్షరం పెద్ద బడి లోనిది, రెండవ అక్షరం చిన్న బడిలోనిది అయి తీరాలి. అందుకనే రాగి లేటిన్ పేరు "కుప్రం" (Cuprum) కనుక, దాని హ్రస్వనామం Cu అయింది. అప్పుడప్పుడు రెండవ అక్షరం వాడడం వల్ల సందిగ్ధత తీరక పోవచ్చు; అప్పుడు సదుపాయాన్ని బట్టి మూడవ అక్షరమో,

మరో అక్షరమో వాడతారు. ఉదాహరణకి సీసం లేటిన్ పేరు ప్లంబం (Plumbum) అయినప్పటికీ, సీసం హ్రస్వనామం Pb అయింది.

హోమియోపతీ మందులు వాడే వారికి ఈ లేటిన్ పేర్లు కొంచెం పరిచయంగానే ఉంటాయి. "కుప్రం మెట్" అంటే లోహ రూపంలో ఉన్న రాగి. "ఆరం మెట్" అంటే లోహ రూపంలో ఉన్న బంగారం. "నేట్రం మూర్" అంటే సోడియం క్లోరైడ్ అనగా మనం చేతి మీద వేసుకునే ఉప్పు. ఇలాగే "కేలీ ఫాస్" అంటే పొటాసియం ఫాస్ఫేట్ (Kali Phos = Potassium Phosphate) లేదా "పొటాష్" (potash). "ఆర్జెంటం నైట్రికం" అంటే సిల్వర్ నైట్రేట్ (Argentum Nitricum = Silver Nitrate). ఈ పేర్లు చదవగానే ఆ మందులలో ఉండే మూలకాలు ఏవేమిటో సులభంగా తెలుస్తాయి. ఆయుర్వేదం మందులలాగే హోమియోపతీ మందులు కొన్ని వనమూలికలతోటీ, కొన్ని లోహభస్మాలతోటీ, మరికొన్ని విష పదార్థాలతోటీ తయారు చేస్తారు; చెయ్యాలి! కల్తీలకీ, మోసాలకీ అలవాటు పడిపోయి చేస్తున్నారో లేదో తెలియదు.

ఒక బణువులో ఏయే మూలకపు అణువులు ఎన్నెన్ని ఉన్నాయో చెప్పవలసి వచ్చినప్పుడు ఆ విషయాన్ని హ్రస్వనామం కుడి పక్కని పాదాంకం (subscript) గా సూచిస్తారు. ఉదాహరణకి నీటి హ్రస్వ నామం H_2O, అంటే ఒక నీటి బణువులో రెండు ఉదజని అణువులు, ఒక ఆమ్లజని అణువు ఉన్నాయని అర్థం. పంచదార హ్రస్వనామం $C_6H_{12}O_6$, అనగా ఒక పంచదార బణువులో 6 కర్బనం అణువులు, 12 ఉదజని అణువులు, 6 ఆమ్లజని అణువులు ఉన్నాయని అర్థం. ఇక్కడ నీటికి వాడిన H_2O అన్నదానిని, పంచదారకి వాడిన $C_6H_{12}O_6$ అన్నదానిని బణుసాంఖ్యక్రమం (molecular formula) అని అంటారు. ఈ బణుసాంఖ్యక్రమం

చూడగానే ఆ పదార్థపు బణువులో ఏయే మూలకపు అణువులు ఎన్నెన్ని ఉన్నాయో రకీమని తెలుస్తుంది.

మచ్చుకి కొన్ని రసాయన మూలకాల పేర్లు, హ్రస్వనామాలు

Element	Symbol	Latin Name	Telugu Name
Antimony	Sb	Stibium	యామునం
Boron	B	Borium	
Carbon	C	Carboneum	కర్బనం
Chlorine	Cl	Chlorum	హరితం
Copper	Cu	Cuprum	రాగి
Gold	Au	Aurum	బంగారం
Helium	He	Helium	రవిజని
Hydrogen	H	Hydrogenium	ఉదజని
Iodine	I	Iodium	
Iron	Fe	Ferrum	ఇనుము
Lead	Pb	Plumbum	సీసం
Mercury	Hg	Hydragyrum	పాదరసం
Nitrogen	N	Nitrogenium	నత్రజని
Potassium	K	Kalium	
Silicon	Si	Silicium	సైకము
Silver	Ag	Argentum	వెండి
Sodium	Na	Natrium	
Tin	Sn	Stannum	తగరం
Tungsten	W	Wolfram	

4. విప్లవ ధోరణులు

పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు ఆరంభ దశకంలో శాస్త్రీయ ప్రపంచంలో రెండు విప్లవ ధోరణలు ఒకే సారి మొదలయాయి. జీవరసాయనశాస్త్రం (biochemistry), భూగర్భశాస్త్రం (geology) - ఈ రెండూ ఆధునిక దశలోకి పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు మొదటి దశాబ్దంలోనే ప్రవేశించాయనుకోవచ్చు. ప్రవేశించి రెండూ ఒకే రకం తప్పటడుగులు వేస్తూ, తప్పటడుగులు వేస్తూ, తప్పులు చేస్తూ, సారూప్య మార్గాల వెంబడి ప్రయాణం చేసి, చేసిన తప్పుని తెలుసుకుని, సరిదిద్దుకుని మంచి మార్గం తొక్కేయి.

ఆ కాలంలో అగ్రగణ్యుడని పేరు పొందిన భూగర్భశాస్త్రవేత్త కూవియర్ (Cuvier) “అంతరాయిక వినిపాత వాదం” (intermittent catastrophe theory) అనే తప్పు వాదాన్ని ప్రవేశపెట్టి భూగర్భశాస్త్రాన్ని తప్పు తోవ పట్టించేడు. అదే ధోరణిలో, మరొక పేరెన్నికగన్న శాస్త్రవేత్త రసాయనశాస్త్రాన్ని పెడదోవ పట్టించేడు. ఆ కథనం ముందు చెబుతాను.

పదునెనిమిదవ శతాబ్దపు ఆఖరి దశకం చేరుకునే సమయానికి పదార్థాలు స్థూలంగా రెండు రకాలుగా కనిపించసాగేయి. ఒక రకం పదార్థాలు భూమిలోని గనులలో కాని (వెండి, బంగారం, అభ్రకం, రాగి, మొదలైనవి) లేదా సముద్రంలో కాని (ఉప్పు, వగైరాలు), లేదా గాలిలో కాని (ఆమ్లజని, నత్రజని, వగైరాలు) దొరుకుతాయి. ఇవి రాటు, పోటు ఓర్చుకోగలవు. వేడి చేసినా, చల్లార్చినా, సుత్తితో బాదినా వాటి లక్షణాలని పోగొట్టుకోవు. పైగా వీటికీ, ప్రాణం ఉన్న జీవకోటికీ ఎక్కడా సంబంధం ఉన్నట్లు కనబడ లేదు.

పోతే, మరొక రకం పదార్థాలు జీవించి ఉన్న ప్రాణుల నుండి కాని, ఒకప్పుడు జీవించి ప్రస్తుతానికి చచ్చిపోయిన వాటినుండి కాని లభ్యం అయేవి. ఈ రెండవ వర్గానికి చెందినవి కొంచెం సుకుమారంగా ఉన్నట్లు కనిపించేయి. వేడి చేస్తే పొగ రావడం కాని, మాడడం కాని, కాలి బూడిద అవడం కాని, అప్పుడప్పుడు పేలడం కాని వీటి లక్షణాలు. ఈ జాతికి చెందినవి పాలు, పంచదార, గుడ్డు, నూనె, రబ్బరు, జుత్తు, గోళ్లు, మొదలైనవి.

సాధారణ శకం 1807 లో, అనగా దరిదాపు రెండు వందల ఏళ్ళ క్రితం, స్వీడన్ దేశంలో జాన్ జేకబ్ బెర్జీలియస్ (20 ఆగస్టు 1779 – 7 ఆగస్టు 1848) అనే శాస్త్రవేత్త ఒకాయన ఉండేవాడు. శైశవావస్థలో ఉన్న రసాయనశాస్త్రం విషయాలలో ఆ రోజులలో ఆయన మాటకి ఎదురు ఉండేది కాదు. అంతటి దిట్ట ఆయన. (జాన్ డాల్టన్, ఆంట్వాన్ లెవోజియే, రాబర్ట్ బోయల్, బెర్జీలియస్ ఆధునిక రసాయన శాస్త్రానికి ఆది పురుషులు.) ఆయన పైన ఉదహరించిన ద్వంద్వ లక్షణాలు చూసి ఒక వాదాన్ని లేవదీశాడు: “ద్వివర్గం రసాయనం” అని బెర్జీలియస్ అన్నారు – మూడొంతులు స్వీడిష్ భాషలో అనుంటారు. ఏమిటా వర్గాలు? “ఆంగిక రసాయనం” ఒక వర్గం, “అనాంగిక రసాయనం” మరొక వర్గం అన్నారు ఆయన. ప్రాణికి సంబంధించిన పదార్థాల రసాయన తత్త్వ విచారణ ఆంగిక రసాయనం. ప్రాణితో సంబంధం లేని పదార్థాల రసాయన తత్త్వ విచారణ అనాంగిక రసాయనం అని ఆయన ఆజ్ఞ జారీ చేసేరు.

పేరు మోసిన పెద్దలు తప్పులు చేస్తే వాటిని ఒప్పులు గానే గ్రహించమని వ్యాకరణం చెబుతోంది. తలనెరిసిన పెద్దవాళ్లు, అనుభవం ఉన్నవాళ్లు ఏది చెప్పినా ఎదిరించడం కష్టం. ప్రాణం లేని జడ పదార్థం నుండి చైతన్యం ఉన్న ప్రాణి వైపు లంఘించడం వీలు పడదన్న

నమ్మకంతోటే బెర్జీలియస్ పదార్థాలని పై విధంగా రెండు వర్గాలుగా విడగొట్టేరు. ఈ నమ్మకానికి కారణం లేకపోలేదు. ఒక అనాంగిక (ప్రాణంతో సంబంధం లేని) పదార్థాన్ని మరొక అనాంగిక పదార్థంగా మార్చ గలం. ఒక ఆంగిక (ప్రాణంతో సంబంధం ఉన్న) పదార్థాన్ని మరొక ఆంగిక పదార్థంగా మార్చడమూ ఆయన అనుభవ పరిధిలో చూసినదే. ఉదాహరణకి, యశదం (zinc) మీద ఉదహరికామ్లం (hydrochloric acid) వేస్తే ఉదజని (hydrogen) వాయువు పుట్టుకొచ్చింది కదా. ఇక్కడ ఈ రసాయన ప్రక్రియలో ప్రవేశించిన ఘటక ద్రవ్యాలు రెండూ అనాంగికాలే, బయటపడ్డ ఉదజని వాయువూ అనాంగికమే. ఇదే విధంగా పళ్ల రసాన్ని పులియబెడితే ఆల్కహాలు వచ్చింది కదా. ఈ సందర్భంలో తారసపడ్డ ఘటక ద్రవ్యాలన్నీ ఆంగికాలే. అంతే కాదు. ఆంగిక పదార్థాలని అనాంగికాలుగా కూడ మార్చవచ్చు. ఆల్కహాలుకి అగ్గిపుల్ల వేసి వెలిగిస్తే పొగ, నీరు వస్తాయి; ఇక్కడ ఆల్కహాలు ఆంగికం, బయటకి వచ్చిన నీరు, పొగ అనాంగికాల కిందనే లెక్క. కాని అంతవరకు ఎవ్వరు అనాంగిక పదార్థాన్ని (అంటే జడ పదార్థాన్ని) తీసుకుని దానిని ఆంగిక పదార్థంగా (అంటే, ప్రాణికి సంబంధించిన పదార్థంగా) మార్చలేదు. అంటే, కేవలం సాధారణమైన రసాయన ప్రక్రియల ద్వారా, ప్రాణి సహాయం లేకుండా, అప్పటి వరకు ఎవ్వరు, జడ పదార్థమైన అనాంగిక ద్రవ్యాన్ని తీసుకుని దానిని ఆంగిక పదార్థంగా మార్చడంలో కృతకృత్యులు కాలేదు. ఎందువల్ల? "ఆ పని అసంభవం కనుక" అన్నారు బెర్జీలియస్. ఎందుకు ఆయన అలా అన్నారు? "ప్రాణాధారం (vital force) లేకుండా అనాంగిక పదార్థాలు ఆంగిక పదార్థాలుగా మారవు" అన్నది ఆయన వాదన.

రెండు దశాబ్దాల పాటు బెర్జీలియస్ మాటకి తిరుగు లేకుండా చెల్లిన తరువాత "ప్రాణాధార సిద్ధాంతం" ఇటు జీవరసాయనశాస్త్రంలోనూ, "అంతరాయిక వినిపాత సిద్ధాంతం" అటు

భూగర్భశాస్త్రం లోనూ వీగి పోయాయి. అంతరాయిక వినిపాత సిద్ధాంతానికి ఎసరు పెట్టినది కూవియర్ కి ప్రత్యర్థి వర్గం వాడైతే ప్రాణాధార సిద్ధాంతానికి ఎసరు పెట్టినది సాక్షాత్తూ బెర్జీలియస్ శిష్యుడే.

సా. శ. 1827 లో జెర్మనీ దేశస్తుడు ఫ్రీడ్రిక్ వోలర్ (Friedrich Wöhler, 31 July 1800 – 23 September 1882) స్వీడన్ లో బెర్జీలియస్ దగ్గర శిష్యరికం చేస్తూ, అందరి శిష్యులతో పాటు, యధావిధిగా రకరకాల పదార్థాలు వేడి చేసి, చల్లార్చి చూస్తున్నాడు. ఒక సుముహూర్తాన వోలర్ స్ఫటికాకారంలో ఉన్న అమ్మోనియం సయనేట్ (ammonium cyanate) అనే రసాయనాన్ని వేడి చేసి చల్లార్చేడు. నీళ్లని వేడి చేస్తే ఆవిరి అవుతుంది. ఆ ఆవిరిని చల్లార్చితే తిరిగి నీళ్లు వచ్చేస్తాయి. అలాగే ఇక్కడా అవుతుంది అనుకున్నాడు. కాని అమ్మోనియం సయనేట్ స్ఫటికాలు వేడికి గుండ అయేయి – నీరు ఆవిరి అయినట్లు. గుండని చల్లార్చి చూసేడు. గుండ స్ఫటికాకారం పొందకపోతే పోయె. విశ్లేషించి చూడగా అది అమ్మోనియం సయనేట్ కానే కాదని తేలింది. అదేమిటని విచారించగా అది “యూరియా” (urea) అనే మరొక పదార్థం అని తెలిసింది.

వోలర్ స్థాణువులా కళ్లప్పగించి ఆ పరీక్ష నాళిక వైపు చూసేడు. “ఎక్కడో, ఏదో పొరపాటు జరిగి ఉండాలి. ఇది అసంభవం” అనుకుని ఆ ప్రయోగాన్ని పదే పదే చేసి చూసేడు. ప్రయోగంలో పొరపాటు లేదు. తను వాడిన అమ్మోనియం సయనేట్ కల్తీ సరుకు కాదు. అమ్మోనియం సయనేటుని వేడి చేస్తే యూరియా వస్తోంది. యూరియా అంటే మూత్రంలో ఉండే ఒక రసాయన పదార్థం. ఇది జంతువుల శరీరంలో తయారయే పదార్థం. కనుక అనుమానానికి ఆస్కారం లేకుండా ఇది ఆంగిక వర్గానికి చెందిన రసాయనం. గురువుగారైన బెర్జీలియస్

ప్రాణాధార సిద్ధాంతం ప్రకారం ఇది అసంభవం. కాని ప్రయోగం సిద్ధాంతాన్ని తలదన్ని మరొక విధంగా చెబుతోంది. ప్రపంచంలో పాతుకుపోయిన ప్రాణాధార సిద్ధాంతానికి చుక్కెదురుగా ఉన్న ఈ ప్రయోగ ఫలితాలని 1828 లో ఓలర్ ప్రచురించి విద్వత్ వర్గాలలో పెద్ద సంచలనమే సృష్టించారు. చెరువు గట్టుకి బెజ్జం పడింది. గట్టు తెగి వరద పొంగి పొర్లింది. ఓలర్ చూపిన దారి వెంట నడుస్తూ ఇతరులు కూడ అనాంగిక పదార్థాలనుండి ఆంగిక పదార్థాలని తయారు చెయ్యడం మొదలు పెట్టేరు.

సాక్ష్యాధారాలు నెత్తి మీద సుత్తితో మొత్తుతూ ఉంటే బెర్జీలియస్ తన తప్పుని ఒప్పుకోక తప్పలేదు. ఆంగిక రసాయనాలకీ ఇతర రసాయనాలకీ మౌలికంగా ఏమీ తేడా లేదనిన్నీ, రెండు వర్గాలలోని రసాయనాలు ఒకే ప్రాథమిక సూత్రాలకి కట్టుబడి ఉంటాయనిన్నీ అందరూ ఒప్పుకున్నారు. అంటే, రసాయన ద్రవ్యాల తయారీలో ప్రాణికి ప్రత్యేకమైన పాత్ర లేదని తెలిసిపోయింది. అంటే రసాయన శాస్త్ర సూత్రాలతో ప్రాణి పుట్టుపూర్వోత్తరాలు అధ్యయనం చెయ్యవచ్చని తేలిపోయింది.

బెర్జీలియస్ ఇచ్చిన నిర్వచనంలో లొసుగు ఉందేమో కాని ఆయన ఉటంకించిన “ద్వివర్గం రసాయనం” అన్న వాక్కులో దోషం లేదు. ఏతావాతా మనకి తెలిసినది ఏమిటంటే బెర్జీలియస్ గుర్తించిన ఆంగిక ద్రవ్యాలన్నిటిలోనూ “కర్బనం” (Carbon) అనే మూలకపు అణువులు తప్పకుండా ఉండి తీరుతున్నాయి. కనుక “ఆంగిక రసాయనశాస్త్రం” అనటానికి బదులు “కర్బన రసాయనశాస్త్రం” అంటే సరిపోతుంది కదా అని కొందరు సూచన చేసేరు. అప్పటికే అలవాటు పడిపోయిన పేరుని మార్చటానికి చాల మంది ఇష్టపడలేదు. రసకంధాయంలో ఉన్న కథ మధ్యలో తర్కం కూడదని కాబోలు, ఈ రోజుల్లో “ఆంగిక రసాయనశాస్త్రం” (organic

chemistry) అన్న పదబంధానికే చలామణీ ఎక్కువగా ఉంది. కాని అప్పుడప్పుడు కర్బన రసాయనం అనే పేరుని కూడ వాడుతూ ఉంటాను.

5. ఘటక ద్రవ్యాలు

జీవికి సంబంధించిన పదార్థాల రసాయనిక ధర్మాలని అన్వేషించే శాస్త్రాన్ని జీవరసాయనశాస్త్రం (biochemistry) అన్నాం కదా. ఈ జీవరసాయనం ఇటీవల పుట్టుకొచ్చిన శాస్త్రం ఏమీ కాదు; అనాది నుండీ ఉంది. ఈ పేరు మాత్రం ఇటీవలి కాలంలో సంతరించుకుంది. ప్రాణి మనుగడకి ఆహారం ముఖ్యం. ఈ ఆహారం రుచిగా ఉండాలంటే పచనం చెయ్యాలి. ఎలా చెయ్యాలి? ఇదే ధోరణిలో, ఆహారం కుళ్లిపోకుండా ఉండాలంటే నిల్వ చెయ్యాలి. ఎలా నిల్వ చెయ్యాలి? ఇటువంటి ప్రశ్నలు మానవులని ఎన్నాళ్లబట్టో వేధిస్తున్నాయి. స్వానుభవంతో ఎంతో విజ్ఞానం సంపాదించేరు పూర్వులు. ఉప్పులో ఊరవేసిన వస్తువులు నిల్వ ఉంటాయని తెలుసుకున్నారు. నానబెట్టిన పిండి కొద్దికాలంలో పొంగుతుందని గమనించేరు. రాత్రి రుబ్బిన పిండి తెల్లారేసరికి పులుస్తుందనిన్నీ, గోరువెచ్చగా ఉన్న పాలల్లో మజ్జిగ చుక్క వేస్తే పాలు పేరుకుంటాయనిన్నీ గమనించేరు. ఇలాగే – చక్కెర నీటిలో కరుగుతుంది, పిండి కరగదు. పళ్లరసం నుండి బెల్లం, చక్కెర తయారు చెయ్యవచ్చు. ఉప్పు, కర్పూరం చూడ్డానికి ఒకేలా ఉన్నా వాటి గుణగణాలే వేర్వేరు. ఇలాంటి విషయాలు ఎన్నో తెలుసుకున్నారు.

ఆధునిక రసాయనశాస్త్రం వచ్చి ఏమి చేసింది? గుణాత్మక విశ్లేషణ (qualitative analysis) ఒక్కటీ సరిపోదనీ, పదార్థాల ధర్మాలని పరిమాణాత్మకంగా విశ్లేషణ (quantitative analysis) చేసినప్పుడే మన విజ్ఞానం పరిపూర్ణమవుతుందనీ ఉద్ఘాటించింది. ఈ పరిమాణాత్మక విశ్లేషణకి పునాది వేసినది ఫ్రెంచి శాస్త్రవేత్త లెవోజియె (Antoine Lavoisier, 26 August 1743 – 8 May 1794). అందుకనే ఈయనని ఆధునిక రసాయనానికి ఆద్యుడు అంటారు.

పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు మొదటి దశాబ్దంలో గే-లుసాక్ (Louis Joseph Gay-Lussac; 6 December 1778 – 9 May 1850) అనే మరొక ఫ్రెంచి శాస్త్రవేత్త లెవోజియే చూపించిన మార్గం వెంబడి పరిశోధనలు మొదలు పెట్టేరు. గే లుసాక్ మొదట పంచదారని, పిండిని తీసుకుని వాటిని పరిమాణాత్మకంగా విశ్లేషించి చూడడం మొదలు పెట్టేరు. పరిమాణాత్మక విశ్లేషణ అంటే ఏమిటి? పంచదార సంయోగ పదార్థం (compound substance). ఈ పంచదారలో ఏయే మూలకాలు ఏయే పాళ్లల్లో ఉన్నాయో తెలుసుసుకోవడమే పరిమాణాత్మక విశ్లేషణ అంటే. గే లుసాక్ పరిశోధనలు చేసి పంచదార లోను, పిండి లోను కూడా మూడే మూడు మూలకాలు మాత్రమే ఉన్నాయనిన్నీ, రెండింటిలోను ఈ మూలకాలు దరిదాపుగా ఒకే నిష్పత్తిలో ఉన్నాయనిన్నీ చెప్పేరు. అవి కర్బనం 45 శాతం, ఉదజని 6 శాతం, ఆమ్లజని 49 శాతం. అంటే ఏమిటి? ఈ రెండింటిలో – అణుభారాలని పోల్చి చూస్తే - ఒక పాలు ఉదజనికి ఎనిమిది పాళ్లు ఆమ్లజని ఉంది. తమాషా ఏమిటంటే నీళ్లల్లోనూ ఈ నిష్పత్తి ఇంతే – ఒక పాలు ఉదజనికి ఎనిమిది పాళ్లు ఆమ్లజని. పిండిలోనూ, పంచదారలోనూ మిగిలిన భాగం అంతా కర్బనమే, అంటే బొగ్గు! కనుక పిండి, పంచదార “నీరు పట్టిన బొగ్గు” వంటి వస్తువులు అన్నమాట! చెమ్మ తగిలితే ఉప్పు చెమర్చదూ. అలాగే పిండి, పంచదార “చెమర్చిన బొగ్గు” అన్నమాట. గ్రీకు భాషలో చెమర్చిన బొగ్గుని “కార్బోహైడ్రేట్” (carbohydrate) అంటారు. దీనిని మనం తెలుగులో కర్బనోదకం అందాం. (ఇంగ్లీషులో రసాయనం పేరు చివర “ఏట్” అనే తోక ఉంటే అందులో ఆమ్లజని ఉందని అర్థం. ఉదాహరణకి “హైడ్రోకార్బన్” అన్న మాటలో ఈ “ఏట్” లేదు కనుక అక్కడ ఆమ్లజని ఉండక్కరలేదు.) హైడ్రోకార్బన్ పేరు, కార్బోహైడ్రేట్ పేరు అని గమనించండి.

గే-లుసాక్ ఇంతటితో సంతృప్తి పడి ఊరుకోలేదు. పిండి, పంచదార చెమర్చిన బొగ్గు అయితే గడ్డి, పిప్పి, కర్రలు, వగైరాలు ఏమిటి? వాటినీ విశ్లేషించి చూశాడాయన. పిప్పి పదార్థాలని ఇంగ్లీషులో “సెల్యులోజ్” (cellulose) అంటారు. “సెల్” (cell) అంటే కణం. కణానికి, కణానికి మధ్య ఉండే గోడలో ఉండే నూగు వంటి పదార్థం ఇది. కణకవచానికీ, కణకవచానికి మధ్య ఉండే పదార్థాన్ని ఏమంటారు? “కణకవచమధ్యమం” అనొచ్చు. అదే గ్రీకు భాషలో అనే సరికి “సెల్యులోజ్” అయి కూర్చుంది. గే లుసాక్ ఈ సెల్యులోజ్ ని విశ్లేషించి చూసి, ఫలితాన్ని చూసి, ఆశ్చర్యపోయారు. సెల్యులోజులో ఉన్న మూలకాలు కూడ ఉదజని, కర్బనం, ఆమ్లజనులే! వాటి నిష్పత్తులు కూడ పంచదార, పిండిలో ఉన్న మాదిరిగానే ఉన్నాయి. అంటే పంచదారకి, పిండికి, పీచుకి, గడ్డికి, కర్రలకీ మధ్య రసాయనికంగా తేడా లేదా? ఇవన్నీ కర్బనోదకాలేనా? కాని పిండికి రంపపు పొట్టుకి తేడా ఉందని మనందరికి తెలుసు. పిండిని తిని అరాయించుకోగలం, రంపపు పొట్టు తింటే అరగదు సరికదా, కడుపులో నొప్పి పుడుతుంది. వీటి మధ్య తేడా ఏమిటో అప్పట్లో ఆయనకి అవగాహన కాలేదు.

గే-లుసాక్ అంతటితో ఊరుకోలేదు. రొట్టె కాల్చడానికి పిండి ఒక్కటీ ఉంటే సరిపోదు కదా. నూనె కాని, నెయ్యి కాని ఉండాలి. ఈ జాతి పదార్థాల లక్షణాలే వేరు. ఇవి ముట్టుకుంటే జిడ్డుగా ఉంటాయి. సాధారణంగా ద్రవ రూపంలో ఉంటాయి కాని చల్లబడ్డప్పుడు పేరుకుని గట్టి పడతాయి. నీళ్లల్లో కరగవు, కలియవు. వత్తి వేసి వెలిగిస్తే నిలచి కాలుతాయి. కాగితం మీద కాని, బట్ట మీద కాని పడితే మరక పడుతుంది. ఇవన్నీ చూసి ఇవి మౌలికంగా మరొక జాతి అయుంటుందని ఊహించి వీటిని కూడ విశ్లేషించి చూసేరు – గే-లుసాక్ తో పాటు ఆనాటి రసాయనులు. కర్బనోదకాలలాగే వీటిల్లోనూ ఆ మూడు మూలకాలే ఉన్నాయి: కర్బనం, ఉదజని, ఆమ్లజని. తేడా అల్లా వాటి నిష్పత్తిలో కనిపించింది. ఈ రకం కొవ్వు పదార్థాల

భారంలో 77 శాతం కర్బనం, 12 శాతం ఉదజని, 11 శాతం ఆమ్లజని ఉన్నాయి. కచ్చితంగా ఇవి కర్బనోదకాలు కావు; కొవ్వులలో కర్బనం పాలు బాగా ఎక్కువ ఉంది, ఆమ్లజని పాలు బాగా తక్కువ ఉంది. ఈ జాతి పదార్థాలని ఫేట్ (fat) అని కాని, "లిపిడ్" (lipid) అని కాని అంటారు; గ్రీకు భాషలో లిపిడ్ అంటే కొవ్వు. మనం తెలుగులో కొవ్వులు అనే అందాం.

ఈ కథనం చదివిన తరువాత మనం తినే ఆహార పదార్థాలన్నిటిలోను కేవలం కర్బనం, ఉదజని, ఆమ్లజని మాత్రమే ఉంటాయనుకోవడం కూడ సరి కాదు. ఉదాహరణకి గుడ్డులో ఉండే తెల్లసొన సంగతి చూద్దాం. దీనికి తీపితనం లేదు. కొద్దో, గొప్పో నీళ్లల్లో కరుగుతుంది. కాని ఏ కొద్దిగా వేడి చేసినా దీని లక్షణాలు పూర్తిగా మారిపోతాయి. తెల్లసొన వేడి తగిలేసరికి గట్టిపడిపోయి, ఇహ కరగదు. లేటిన్ భాషలో తెల్లసొన ని "ఆల్బుమిన్" అంటారు, అంటే "తెలుపు పదార్థం" అని అర్థం. కనుక ఏ పదార్థం అయినా సరే తెల్లసొన లక్షణాలు చూపితే దాన్ని "ఆల్బుమిన్" అనడం మొదలుపెట్టేరు. ఈ ఆల్బుమిన్ లక్షణాలు ప్రదర్శించేవి పాలల్లోను, రక్తంలోను, మాంసంలోను తరచు కనిపిస్తాయి. వీటిని మనం శుక్ల పదార్థాలు, లేదా టూకీగా శుక్లార్థాలు అందాం. పేరంటే పెట్టేరు కాని శుక్లార్థాలలో ఏయే మూలకాలు ఉన్నాయో కనుక్కోడానికి కొంత కాలం పట్టింది.

k line between paragraphs

ఒక నాడు, 1811 లో, క్లాడ్ లూయీ డి బెర్థొలే (Claud Louise De Berthole) అనే ఫ్రెంచి వ్యక్తి శుక్లార్థాల మీద ప్రయోగాలు చేస్తూ ఉంటే ఒక వాయువు బయటకి వచ్చింది. ఆయన ఆ వాయువు నవజని (ammonia) అని గుర్తు పట్టేరు. నవజని నవాసారము, సున్నము కలిపినప్పుడు పుట్టుకొస్తుంది. ఈ వాయువులో నత్రజని ఉందని అప్పటికే అందరికీ తెలుసు. కనుక శుక్లార్థాలలో కర్బనము, ఉదజని, ఆమ్లజని తోపాటు నత్రజని అనే మూలకం కూడ

ఉందని రుజువయింది. అందువల్ల ఇది నిస్సందేహంగా కర్బనోదకం కాదు, కొవ్వు కాదు; ఇది మరేదో మూడో జాతి పదార్థం.

రెండు దశాబ్దాల తరువాత, 1838 లో, జెరల్డ్ యోహాన్ ముల్డర్ (Gerald Johann Mulder) అనే డచ్చి దేశపు వ్యక్తి శుక్లార్థాల మీద పరిశోధన చేస్తూ వీటిల్లో పైన చెప్పిన నాలుగు మూలకాలే కాకుండా గంధకం (sulfur) కూడా ఉందని రుజువు చేసేరు. ఐదు మూలకాలతో ఉన్న పదార్థం కనుక మిగిలినవాటి కంటె ఈ శుక్లార్థం ముఖ్యం అయి ఉంటుందనిన్నీ, ఇదే ప్రాణానికి మూలాధారం అయి ఉంటుందని ఊహించి దీనికి ప్రథమ స్థానం ఇవ్వాలనే ఉద్దేశంతో, ముల్డర్ ఈ పదార్థానికి "ప్రోటీన్" (protein) అని పేరు పెట్టేరు. గ్రీకు భాషలో "ప్రోటోస్" అంటే "ప్రథమ" అని అర్థం. దీనిని మనం తెలుగులో ప్రాణ్యం అందాం. ప్రాణాధారమైనది ప్రాణ్యం అని ఒక వ్యుత్పత్తి చెప్పుకోవచ్చు. లేదా మరొక కోణం గుండా చూద్దాం. మన వ్యాకరణంలో అచ్చులని ప్రాణాలు అని కూడ అంటారు. అచ్చు సహాయం లేకుండా ఏ మాటా తన కాళ్ల మీద తను నిలబడ లేదు. అలాగే ఈ పదార్థం సహాయం లేకుండా జీవి ఉండలేదనే ఊహతో దీనికి ప్రాణ్యం అని పేరు పెట్టేను.

k line between paragraphs

జీవ పదార్థం దేనితో తయారయింది అన్న ప్రశ్నకి సమాధానంగా మనకి, ప్రస్తుతానికి, కర్బనోదకాలు, కొవ్వులు, ప్రాణ్యములు అనే మూడు అభ్యర్థులు దొరికేయి. పిండి, పంచదార, వగైరాలు కర్బనోదకాల జాతి. నూనె, నెయ్యి, వగైరాలు కొవ్వులు. గుడ్డులోను, పాలల్లోను, మాంసం లోను ఉండే శుక్లార్థం వంటి పదార్థాలు ప్రాణ్యాలు. కర్బనోదకాలలోను, కొవ్వులలోను కేవలం మూడే మూడు – కర్బనం, ఉదజని, ఆమ్లజని - మూలకాలు ఉన్నాయి. ప్రాణ్యములలో పై మూడింటితో పాటు నత్రజని, గంధకం కూడ ఉన్నాయి. ఇటుకలు, సున్నం, కలప ఉంటే చిన్న ఒంటిదూలం పెంకుటిల్లు కట్టవచ్చు లేదా రమ్యమైన హర్మ్యం కట్టవచ్చు.

అదే విధంగా ఈ ఐదు మూలకాలతో పంచదార, నూనె, జుత్తు, గోళ్లు, ఇలా రకరకాల పదార్థాలు “నిర్మించవచ్చు” అనే ఊహ శాస్త్రీయలోకంలో వ్యాపించడం మొదలైంది. ఇది ఎలా సాధ్యం?

6. సాంఖ్యక్రమాలు, సమభాగులు

పిండి, పంచదార, కొవ్వు, మొదలైనవి అన్నీ కర్బనము, ఆమ్లజని, ఉదజని వంటి “ఇటిక”లతో నిర్మించిన కట్టడాలని తెలిసేసరికి రసాయనశాస్త్రం ఎంతగానో పురోగమించింది. ఈ పురోగమనానికి లివోజియే, గేలుసాక్ లు ఫ్రాంసు లోను, బెర్జీలియస్ గురుకులం స్వీడన్ లోను ఎంతగానో పాటు పడ్డారు. బెర్జీలియస్ గురుకులంలో ఉన్న ఓలర్, అతని సహాధ్యాయుడు లైబిగ్ (Liebig) కొత్త పుంతలు తొక్కడం మొదలు పెట్టేరు. గే-లుసాక్ వంట ఇంటి మీద విజృంభిస్తే ఓలర్, లైబిగ్ ^ లు పెద్ద బజారు మీద పడ్డారు. ఉదాహరణకి నల్లమందు (opium) నుండి మార్ఫీను (morphine) అనే నొప్పిని తగ్గించే మందుని తయారు చెయ్యవచ్చనిన్నీ, మార్ఫీను సాంఖ్యక్రమం $C_{17}H_{19}O_3N$ అనిన్నీ లైబిగ్ కనుక్కున్నారు. ఒక మార్ఫీను బణువు (molecule) లో 17 కర్బనం అణువులు, 19 ఉదజని అణువులు, 3 ఆమ్లజని అణువులు, ఒక నత్రజని అణువు ఉన్నాయన్నమాట. ఈ సందర్భంలోనే ఒక కొత్త సమస్య ఎదురయింది. ఇటువంటి సమస్య కర్బన రసాయనంలోనే ఇబ్బందులు తెచ్చిపెట్టింది. ఒక రసాయనపు బణువులో ఏయే అణువులు ఎన్నెన్ని ఉన్నాయో తెలిసినంత మాత్రాన సరిపోదనిన్నీ, ఆ అణువుల అమరిక కూడ తెలియాలనిన్నీ స్పష్టం అయింది. ఆ వృత్తాంతం కొంచెం విచారిద్దాం.

పదార్థం (మేటర్, matter) కంటికి కనబడనంత చిన్న చిన్న అణువుల సముదాయం. ఒక సంఘానికి మానవులు ఎలాగో పదార్థానికి అణువులు (atoms) అలాంటివి. మానవుడు సంఘజీవి; ఒక్కడూ ఉండలేడు, గుంపులు గుంపులుగా తిరగటానికి ఇష్టపడతాడు. మనమైతే పరాయి దేశంలో భారతీయులకోసం, భారతదేశంలో తెలుగు వాళ్లకోసం, తెలుగు దేశంలో

కులం వాళ్ల కోసం తాపత్రయపడి జట్టు కట్టమూ? అలాగే అణువులు సావకాశం దొరికినప్పుడల్లా గుంపులు గుంపులుగా “తిరుగుతాయి.” ఈ గుంపులలో అణువులు రెండు ఉండొచ్చు, రెండు వేలు ఉండొచ్చు, ఇరవై వేలు ఉండొచ్చు. బహుళంగా ఉన్న ఈ అణువుల గుంపులకి తెలుగులో ఇంతవరకు పేరు లేదు కనుక వీటిని బణువులు (“బహుళంగా ఉన్న అణువులు”) అందాం. ఇప్పుడు బణువులో ఉండేవి అణువులు, అణువులో ఉండేవి పరమాణువులు అని భాష్యం చెప్పుకుంటే ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, నూట్రానులు పరమాణువులు అవుతాయి. మనం ఇక్కడ చదివే జీవరసాయనశాస్త్రంలో అణువులు, బణువులు మాత్రమే ఎక్కువగా కనిపిస్తాయి; పరమాణువుల ప్రస్తావన అతి తక్కువ.

ఒక బణువులో "ఇన్ని" అణువులు ఉండాలని నిబంధన ఏమీ లేదు. ఉదాహరణకి ఒక నీటి బణువు (water molecule) లో రెండు ఉదజని (Hydrogen) అణువులు, ఒక ఆమ్లజని (Oxygen) అణువు ఉంటాయి. కనుక నీటి బణువు సాంఖ్యక్రమం H_2O. పైన చెప్పిన మార్ఫీను బణువులో 39 అణువులు ఉన్నాయి. గొలుసు మాదిరి పొడుగ్గా ఉన్న రబ్బరు బణువులో వేలకి పైబడి అణువులు ఉండొచ్చు. ఇలా పెద్ద పెద్ద బణువులు తయారు కావాలంటే కర్బనపు అణువు అత్యవసరం. ఒక్క కర్బనపు అణువుకే ఇటువంటి బృహత్ బణువులని కూర్చగలిగే స్థోమత ఉంది; మిగిలిన మూలకాలకి ఈ శక్తి లేదు. కర్బనపు అణువులతో నిర్మించిన బణువులు కోటగోడల్లా దిట్టంగా ఉంటాయి. మిగిలిన మూలకాలతో పెద్ద పెద్ద బణువుల నిర్మాణం కొనసాగదు; సాగినా అవి సునాయాసంగా శిధిలం అయిపోతాయి. అందుకనే రసాయనశాస్త్రం అనే మహా వృక్షంలో “కర్బన రసాయనం” అనే శాఖకి ఇంత ప్రత్యేకత.

శాస్త్రంలో సింహ భాగం భావాలకి పేర్లు పెట్టటం. రసాయనశాస్త్రంలో మనకి తారసపడే పదార్థాలలో కొన్ని చిరపరిచితాలు: పాలు, పంచదార, కిరసనాయిలు, కర్పూరం, మొదలైనవి. కొన్ని మనకి అంతగా అలవాటు లేని పేర్లు: మెతల్ ఆల్కహాలు, ఎతల్ ఆల్కహాలు, డై మెతల్ ఈథర్, మొదలైనవి. మరికొన్ని చోట్ల మనం సాధారణంగా వాడే పేరుకీ, దాని శాస్త్రీయ నామానికి పోలికే ఉండదు. చాకలి సోడా అన్నది సాధారణ నామం అయితే సోడియం కార్బనేటు అన్నది శాస్త్రీయ నామం. వంట సోడా అన్నది మామూలు పేరయితే సోడియం బైకార్బనేటు అన్నది శాస్త్రీయపు పేరు. ఈ సాధారణ, శాస్త్రీయ నామాలే కాకుండా ప్రతీ రసాయనానికీ ఒక హ్రస్వ నామం ఉంటుంది. సాధారణ నామం, శాస్త్రీయ నామం అనేవి దేశభాషలతో మారవచ్చు కాని ఈ హ్రస్వ నామం మారదు, మార్చటం శ్రేయస్కరం కూడా కాదు. మనకి తెలుగు మీద ఎంత అభిమానం ఉన్నా ఈ హ్రస్వ నామాల దగ్గర లక్ష్మణ రేఖ గియ్యవలసినదే.

ఈ హ్రస్వ నామాల వాడుకకి అంతర్జాతీయ ఒడంబడిక ఉంది. అన్ని దేశాలవారూ, అన్ని భాషలవారు, అన్ని రాజకీయ దృక్పథాలవారు ఉదజని అణువుని పెద్ద బడిలోని ఇంగ్లీషు అక్షరం "ఎచ్" (H) అని, ఆమ్లజని అణువుని పెద్దబడిలోని ఇంగ్లీషు అక్షరం "ఒ" (O) అనిన్ని, కర్బనపు అణువుని పెద్దబడిలోని ఇంగ్లీషు అక్షరం "సి" (C) అనిన్నీ, అలా ప్రతి ఒక్క మూలకానికి ఒక ప్రత్యేకమైన ఇంగ్లీషు అక్షరాన్ని కాని, రెండు అక్షరాల జంటని కాని, కేటాయించేరు.

ఇప్పుడు రెండు ఉదజని అణువులు (2H), ఒక ఆమ్లజని అణువు (O) కలిస్తే ఒక నీటి బణువు (H_2O) వస్తుందని చెప్పటానికి, ఈ దిగువ బొమ్మలో చూపిన విధంగా రాస్తాము.

దీనిని రసాయన సమీకరణం (chemical equation) అంటారు. గణిత సమీకరణం పద్ధతిలోనే ఇక్కడ కూడ ఎడమ పక్క, కుడి పక్క ఉంటాయి. మధ్యలో "ఈక్వల్ టు" గుర్తయినా ఉంటుంది, బాణం గుర్తు అయినా ఉంటుంది.

$$2H + O \rightarrow H_2O$$

enter the caption బొమ్మ 6.1. రెండు ఉదజని, ఒక ఆమ్లజని అణువులు కలిస్తే ఒక నీటి బణువు వస్తుంది

ఈ సమీకరణం ప్రకారం రెండు ఉదజని అణువులు, ఒక ఆమ్లజని అణువు కలిస్తే ఒక నీటి బణువు వస్తోందని తెలుస్తోంది. అంతే కాదు; ఈ సమీకరణం కుడి పక్క చూస్తే ఒక నీటి బణువులో ఏయే జాతి అణువులు ఎన్నెన్నో చెబుతోంది కనుక ఈ రకపు రాతని "బణుసాంఖ్యక్రమం" (molecular formula) అంటారు. ఇక్కడ గమనించవలసిన సూక్ష్మాలు ఇంకా ఉన్నాయి. అవన్నీ చెబుతూ కూర్చుంటే కథనం ముందుకి నడవకపోవటమే కాకుండా, పాఠంలా అనిపించి, బోరు కొట్టి నిద్ర వస్తుంది. అర్భకులకయితే భయం కూడ వేస్తుంది.

ప్రతీ రసాయనం లోనూ ఏయే అణువులు ఎన్నెన్ని ఉన్నాయో సూచిస్తూ ఈ బణుసాంఖ్యక్రమం పద్ధతిలో రాయమని సలహా ఇచ్చినది మరెవ్వరో కాదు – మన పేర్ల పెద్దయ్య, బెర్జీలియస్ గారే! ఈ పద్ధతి ప్రకారం సమీకరణానికి కుడి పక్కన ఉన్న "ఎచ్2ఒ" (H_2O) అని ఇంగ్లీషు అక్షరాలలో రాసినప్పుడు అది ఎల్లప్పుడు, అన్ని దేశాలలోనూ, విశ్వం అంతటా, మంచుని కాని, నీటిని కాని, నీటి ఆవిరిని కాని సూచిస్తుంది తప్ప మరే ఇతర పదార్థాన్ని సూచించదు. ఇదే విధంగా "ఎన్ ఎ సి ఎల్" (NaCl) అన్నది ఎల్లప్పుడూ సోడియం క్లోరైడ్ అయి తీరాలి, "సి యు ఎస్ ఒ4" ($CuSO_4$) ఎల్లప్పుడూ మైలతుత్తం

(copper sulfate) అయి తీరాలి. అంతే కాదు; నియమం ప్రకారం నేను పెద్ద బడిలో రాసిన అక్షరాలు అందరూ, అన్ని వేళలలోనూ పెద్దబడిలోనే రాయాలి, చిన్న బడిలో రాసినవి అలాగే చిన్న బడిలోనే రాయాలి. సొంత కవిత్వానికి చోటు లేదు.

ఇక్కడో పిట్టకథ. నేను ఇక్కడ వాడే వర్ణక్రమం (spelling) అమెరికాలో చలామణీ అయేది. అమెరికాలో గంధకాన్ని Sulfur అని రాస్తారు, ఇంగ్లండులోలా Sulphur అనరు, కనుక sulfate అని రాసేను. ఇదే విధంగా అమెరికాలో మెతల్ ఆల్కహోల్, ఎతల్ ఆల్కహోల్ అంటారు కాని "మీథైల్ ఆల్కహాల్" అనీ "ఈథైల్ ఆల్కహాల్" అని అనరు. చదువరులు, దేశకాల పరిస్థితులకి అనుగుణంగా వర్ణక్రమ, ఉచ్చారణలు సవరించుకోగలరు!

సాంఖ్యక్రమం అనే ఊహనం (concept) వికర్బన రసాయనం (inorganic chemistry) దగ్గర పనికొచ్చింది కాని కర్బన రసాయనపు పొలిమేరలలోకి వచ్చేసరికి కుంటుపడింది. ఉదాహరణకి "సి2 ఎచ్6 ఒ" (C2H6O) అనే సాంఖ్య క్రమాన్నే తీసుకుందాం. అంటే, ఈ పదార్థంలో రెండు కర్బనపు అణువులు (C2), ఆరు ఉదజని అణువులు (H6), ఒక ఆమ్లజని అణువు (O) ఉన్నాయని అర్థం. కాని ఇదే సాంఖ్యక్రమం ఉన్న పదార్థాలు రెండు ఉన్నాయి. ఒకదాని పేరు "ఎతల్ ఆల్కహోలు" (ethyl alcohol), రెండవదాని పేరు "డై మెతల్ ఈథర్" (dimethyl ether). ఎతల్ ఆల్కహోల్ అంటే "గుల్మా మందు." మనం క్లబ్బులలోనూ, కాక్ˆటెయిల్ˆ పార్టీలలోనూ సేవించే బీరు, సారా (wine), విస్కీ మొదలైన వాటిల్లో నిషా ఎక్కించే ఘటక ద్రవ్యం ఎతల్ ఆల్కహోల్. పోతే, డైమెతల్ ఈథర్ అన్నది ఒక వాయు పదార్థం. ఈ రెండింటికి ఏ విధమైన పోలికా లేసేలేదు. ఈ రెండింటికి ఒకే సాంఖ్యక్రమాన్ని కేటాయిస్తే ఎలా? తరగతిలో అప్పారావుకీ, లక్ష్మీపతికీ ఒకే "రోల్ నంబరు" కేటాయిస్తే చికాకులు రావూ?

ఈ దెబ్బతో మన బెర్జీలియస్ గారి పరువు ప్రతిష్టలు చెట్టెక్కేసేయని కొందరు అనుకున్నారు. (ఆనందించేరో, ఆరాటపడ్డారో నాకు తెలియదు!) మన గురువుగారు అంత తేలికగా లొంగిపోతే ఆయన పేరు మనం ఇప్పుడు ఎందుకు స్మరిస్తాం? కర్తవ్యం తెలియనప్పుడల్లా ప్రభుత్వాలు కమిటీలు వేస్తాయి. అలాగే ఇబ్బంది ఎదురయినప్పుడల్లా బెర్జీలియస్ పేర్లు పెడుతూ ఉంటారు. రెండు విభిన్నమయిన రసాయనాలకి ఒకే సాంఖ్యక్రమం ఉంటే వాటిని ఐసోమర్స్ (isomers) అనమన్నారాయన. గ్రీకు భాషలో "ఐసో" (iso) అంటే "సమ", "మర్" (mer) అంటే "భాగం." కనుక ఐసోమర్ (isomer) అంటే "సమభాగి" – లేదా సమాన భాగాలు, లేదా పాళ్లు గలది. ఈ నిర్వచనం ప్రకారం ఎతల్ ఆల్కహోలు, డైమెతల్ ఈథర్ సమభాగులు. అంటే ఈ రెండింటిలో ఒకే రకం అణువులు ఒకే నిష్పత్తిలో ఉన్నాయని అర్థం; కాని లక్షణాలు మాత్రం తేడా. ఈ తేడా ఎందుకొచ్చిందంటే, అణువులు ఒకటయినా వాటి అమరికలో తేడా ఉండొచ్చు కదా. "స్వరములు ఏడైనా, రాగాలెన్నో" అన్నట్లు అనుకొండి. ఇంగ్లీషులో అక్షరాలు 26 అయినా మాటలు ఎన్నో! ఒక పోగు ఇటికలతో తులసికోట కట్టొచ్చు, లేదా గోరీ కట్టొచ్చు; ఇటికల అమరిక మారిందంతే. ఈ వ్యవహారం అంతా ఒక కొలిక్కి వచ్చేసరికి కర్బన రసాయనంలో సాంఖ్యక్రమం ఒక్కటీ తెలిసినంత మాత్రాన సరిపోదు, ఒక బణువులోని అణువుల అమరిక కూడా తెలియాలి అని తేలింది.

సమభాగుల గురించి ఇంత సుదీర్ఘంగా చర్చించడానికి ఒక కారణం ఉంది. జీవరసాయనశాస్త్రంలో మనకి ముందుగా తారసపడే గ్లూకోజు, గేలక్టోజు, ఫ్రుక్టోజు సమభాగులు. ఈ మూడింటిలోను ఒకే జాతి అణువులు ఒకే సంఖ్యలో ఉన్నాయి, కనుక ఈ మూడు సమభాగులు.

.

ఈ అధ్యాయం ముగించే లోగా మరో రెండు విషయాలు. పై అనువాకంలో (పేరాగ్రాఫులో) "ఆల్కహోలు" అని రాయాలనే రాశాను; అచ్చు తప్పు కాదు. కారణం ముందు మీకే తెలుస్తుంది. అలాగే "ఐసోమర్" అన్న మాట పైన వాడేను. "ఐసోటోప్" అని మరొక మాట ఉంది; దాని అర్థం వేరు. గమనించవలసినదిగా కోరుతున్నాను.

7. బాహుబలం, నిర్మాణక్రమం

కర్బన రసాయనంలోనూ, జీవరసాయనంలోనూ అణువుల అమరిక ఎంత ముఖ్యమో తెలపటానికి మరొక ఉపమానం చెబుతాను. మనందరికీ 1, 2, 3, 4, ... వగైరా అంకెలు తెలుసు. ఇలాంటి అంకెలు రెండు కాని అంతకంటె ఎక్కువ కాని ఉంటే వాటిని సంఖ్యలు అంటారు. ఉదాహరణకి 27 అనేది ఒక సంఖ్య. అలాగే 476 అనేది మరొక సంఖ్య. ఈ 476 అనే సంఖ్యనే తీసుకుందాం. ఇందులో 4, 6, 7 అనే మూడు అంకెలు ఉన్నాయి. ఇప్పుడు 746 అనే సంఖ్యని తీసుకొండి. ఇందులో కూడ 4, 6, 7 అనే అంకెలే ఉన్నాయి – కాని ఇక్కడ వీటి అమరిక వేరు. అమరిక మారటంతో 476 విలువ ఒకటయితే 746 విలువ మరొకటి అయింది. ఆ మాటకొస్తే 467, 674, 746, 647, 764 అనే సంఖ్యలన్నిటిలోనూ ఒకే అంకెలు ఉన్నాయి, కాని వాటి స్థానాలు వేరవటంతో వాటి విలువలు వేర్వేరు అయేయి.

మరొక ఉదాహరణ. ప్రతి భాషలోను అక్షరాలు ఉంటాయి కదా. పలక అనే మాటలో ఉన్న ప, ల, క అనే తెలుగు అక్షరాలనే తీసుకుందాం. వీటి స్థానాలని మారుగుళ్లు చేసి కలప అని రాసినప్పుడు మాట అర్థమే మారిపోయింది. పలక వేరు, కలప వేరు. ఈ అక్షరాలనే మరోలా అమర్చి “లపక” అనే మాట తయారు చెయ్యొచ్చు. కాని “లపక” కి అర్థం పర్థం లేదు. ఇదే విధంగా కొన్ని అణువులని ఒకలా అమర్చితే మనకి పరిచితమైన బణువు రావొచ్చు. మరొక విధంగా అమర్చితే మనకి పరిచయం లేకపోయినా పనికొచ్చే బణువు తయారవవొచ్చు. మూడో విధంగా అమర్చితే “అర్థం పర్థం” లేని బణువు తారస పడవచ్చు. ఇదొక కోణం.

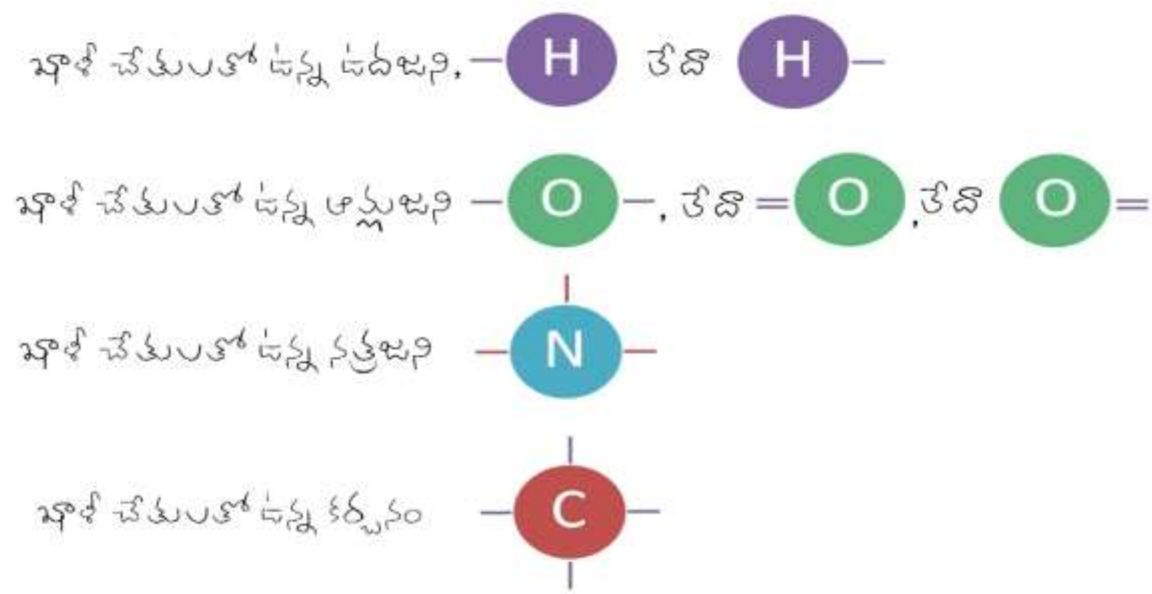
మరొక కోణం నుండి చూద్దాం. అంకెలని, అక్షరాలని అమర్చినప్పుడు మనకి సర్వసాధారణంగా ఆ అంకెలు కాని, అక్షరాలు కాని ఒక వరుసక్రమంలో ఎడమనుండి కుడికి కనిపిస్తాయి. కాని అంకెలని, అక్షరాలని ఒక గీత వెంబడి "రేఖీయంగా" లేక "ఏక-మితీయంగా" లేక "ఏక-దిశాత్మకంగా" (one-dimensional గా) అమర్చాలని నియమం ఏముంది? "సుడూకో" ఆటతో పరిచయం ఉన్నవాళ్లకి అంకెలని నలుచదరంగా అమర్చటం వల్ల వచ్చే అవకాశాల గురించి తెలిసే ఉంటుంది. అదే విధంగా గళ్లనుడికట్టు (crossword) ఆడే వాళ్లకి కాని "స్క్రేబుల్" (Scrabble) అనే ఆటతో పరిచయం ఉన్న వాళ్లకి కాని అక్షరాలని రెండు దిశలలో అమర్చటం వల్ల వచ్చే సావకాశాలు తెలుస్తాయి.

నిర్మాణక్రమం ఇంకా బాగా అర్థం అవటానికి చిన్న ఉపమానం చెబుతాను. ప్రతి అణువుకి కొన్ని చేతులు (లేదా బాహువులు) ఉన్నట్లు ఊహించుకుందాం. అమ్మాయిలు ఒకరి చేతులు మరొకరు పట్టుకుని "ఒప్పులగుప్ప" ఆట ఆడరూ? అలాగే అణువులు తమ స్నేహితులయిన ఇతర అణువుల చేతులు పట్టుకోటానికి ఇష్టపడతాయని అనుకుందాం. ఇలా ఒకరి చేతులు మరొకరు పట్టుకోగా తయారయే గుంపులే బణువులు. అమ్మాయిలకి రెండేసి చేతులు ఉన్నాయని మనకి తెలుసు. అణువులకి ఎన్నేసి చేతులు ఉన్నట్లు? మనుష్యులకి మల్లే రెండు చేతులా? దేవుళ్లకి మల్లే నాలుగు చేతులా?

ఈ ప్రశ్నలకి సమాధానం కావాలంటే పరిమాణాత్మక విశ్లేషణ (quantitative analysis) చెయ్యాలి. రెండు ఉదజని అణువులు ఒక ఆమ్లజని అణువుతో కలిస్తే నీరు వస్తుందన్న విషయం పరిమాణాత్మక విశ్లేషణ ద్వారానే తెలిసింది. మన ఒప్పులగుప్ప ఉపమానం ప్రకారం ఒక ఆమ్లజని రెండు ఉదజని అణువుల "చేతులు" పట్టుకోవాలి కనుక ఆమ్లజని అణువుకి

రెండు చేతులు, ఉదజని అణువు ఒకొక్కదానికి ఒకొక్క చెయ్యి ఉంటే సరిపోతుంది. ఇదే విషయాన్ని రసాయన పరిభాషలో చెప్పాలంటే ఆమ్లజని బాహుబలం 2, ఉదజని బాహుబలం 1 అని అంటాం. ఈ “బాహుబలం” అన్న మాట ఇంగ్లీషులోని “వేలెన్సీ” (valency) అన్న మాటకి తెలుగుసేత. లేటిన్ భాషలో “వేలెన్సీ” అంటే బలం. (ఇందులోంచే వేలర్ valor లేదా పరాక్రమం వచ్చి ఉంటుంది.) కనుక ఈ మాటని మనం “బలం” అని కాని మరికొంచెం వివరణాత్మకంగా ఉంటుందనుకుంటే “బాహుబలం” అని కాని అనొచ్చు. లేదా కొంచెం కుదించి “బాలం” అనొచ్చు. మనం "బాలం" అందాం. ఆ “బాలం” అన్న మాట “వాలం” లా ఉంది కదూ. అణువుల ప్రాశ్వనామాల పక్క గీసిన చిన్న చిన్న గీతలు తోకలులా ఉన్నాయి కనుక మనం పెట్టిన “బాలం” అన్న పేరు బెంగాలీవాడి “వాలం” లా ఉందని చమత్కరించుకోవచ్చు.

అణువులని రకరకాలుగా అమర్చి బణువులని చేసేటప్పుడు, వాటి అమరికలని బొమ్మలు గీసి చూపడం రివాజు. బొమ్మలు వాడడానికి నిశ్చయించుకున్నాము కనుక కొంచెం వెనక్కి వెళ్లి,ముందుగా కర్బనం, ఉదజని, ఆమ్లజనుల అణువులని వాటి బాహువులతో చూపెడతాను. ఈ దిగువ బొమ్మ (బొమ్మ 7.1) చూడండి.



బొమ్మ 7.1 బాలం ని గీతలతో చూపే విధానం.

ఈ బొమ్మలో ఉదజని (H) కి ఇటో, అటో ఒక చిన్న గీత గీసి, ఆ గీతని ఉదజని యొక్క బాహువు (చెయ్యి, హస్తము) అని అనుకోమంటున్నాను. ఈ చిన్న గీత H కి కుడి పక్కనో, ఎడం పక్కనో, మీదనో, కిందనో, ఏటవాలుగానో – ఎక్కడ గీసినా పరవా లేదు. ముఖ్యమయిన విషయం ఏమిటంటే ఉదజనికి ఒకే ఒక చెయ్యే ఉన్నట్లు ఊహించుకోవాలి. (ఉదజనికి ఒకే ఒక చెయ్యి ఉందన్న విషయం ఎలా నిర్ణయం అయిందో ప్రస్తుతానికి మనకి అవసరం లేదు.) ఈ చేతితో ఉదజని అణువు "మరొకరి" చేతిని పట్టుకోగలదు. లేదా రసాయన పరిభాషలో ఉదజని బాలం 1.

ఆమ్లజనికి (O కి) ఇటూ, అటూ కూడ ఒక గీత గీసేము. అంటే ఆమ్లజనికి రెండు చేతులు ఉన్నాయన్నమాట. ఈ రెండు చేతులూ ఎడం పక్క, కుడి పక్క ఉండాలనే నియమం ఏదీ

లేదు; ఎక్కడయినా ఉండొచ్చు. తన రెండు చేతులతో ఆమ్లజని అణువు ఇతరుల చేతులు రెండు పట్టుకోగలదు. కనుక రసాయన పరిభాషలో ఆమ్లజని బాలం 2.

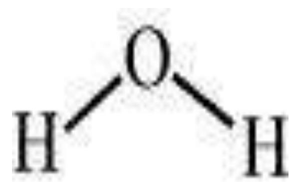
ఆమ్లజనికీ, ఉదజనికీ ఉన్నట్లే ప్రతి అణువుకి కొంత బాలం ఉంటుంది. ఉదాహరణకి గంధకం (Sulfur) యొక్క బాలం 2, నత్రజని (Nitrogen) యొక్క బాలం 3, భాస్వరం (Phosphorus) యొక్క బాలం కొన్ని సందర్భాలలో 3, మరికొన్ని సందర్భాలలో 5. ఆ మాటకొస్తే కొన్ని మూలకాలకి బాలం 0 (సున్న). ఈ మూలకాలకి బాహువులు లేవన్న మాట. వీటిని కావలిస్తే "నిర్బాహువులు" (నిర్భాగ్యులు కాదు) అనొచ్చు. డబ్బు లేని వాళ్ళ సంపర్కం ఎవ్వరికీ ఎలాగ అక్కరలేదో అలాగే నిర్బాహులయిన నిర్భాగ్యపు మూలకాలతో సంయోగం చెందటానికి ఏవీ ఇష్టపడవు. నియాను (Neon), ఆర్గాను (Argon) వంటి వాయువులు ఈ జాతికి చెందినవి. కావలిస్తే వీటిని నిర్భాగ్యపు వాయువులు (inert gases) అనొచ్చు.

ఈ తికమకలు అన్నీ ఇప్పుడే చెబితే గాభరా పుడుతుంది. కనుక ప్రస్తుతానికి నేర్చుకున్నది చాలు. వీటన్నిటికంటె ముఖ్యమైన కర్బనం (Carbon) యొక్క బాలం 4 అని చెప్పేసి ఊరుకోకుండా ఈ విషయాన్ని ఒక కొంటెబొమ్మలా గీసి ఈ దిగువ చూపిస్తున్నాను (బొమ్మ 7.2).



బొమ్మ 7.2 కర్బనపు అణువుకి నాలుగు చేతులు చూపే కొంటెబొమ్మ.

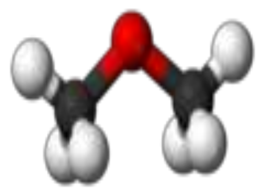
ఇప్పుడు రెండు ఉదజని అణువులు, ఒక ఆమ్లజని అణువు రసాయన సంయోగం చెందేయనుకుందాం. ఒకొక్క ఉదజనికి ఒకొక్క చెయ్యి ఉన్నాది కదా. ఒక ఆమ్లజని అణువుకి రెండు చేతులు ఉన్నాయి. ఇప్పుడు ఈ ఆమ్లజని అణువు ఒకొక్క చేత్తో ఒకొక్క ఉదజని అణువు చెయ్యి పట్టుకుందనుకుందాం. అప్పుడు వాటి అమరిక H-O-H లా ఉంటుంది (లేదా, బొమ్మ 7.3 లో లా కూడ చూపించవచ్చు). ఈ అమరికనే నిర్మాణక్రమం (structural formula) అని అన్నాం.



బొమ్మ 7.3 నీరు నిర్మాణక్రమం

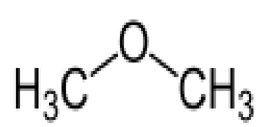
సర్వ సాధారణంగా అణువుల అమరిక మూడు దిశలలోకి వ్యాప్తి చెంది ఉంటుంది. మరొక విధంగా చెబుతాను. ఒక అణువుని మరొక అణువుకి తగిలించినప్పుడు ఆ అమరికలు తిన్నగా చీపురు పుల్లలాగా ఉండవు, పల్చగా అప్పడాలలాగా ఉండవు; ఆ బణువులు మూడు దిశలలోనూ వ్యాపించి ఉంటాయి. ఒక బణువులో ఏ అణువు ఏ అణువుకి ఎటుపక్క ఉందో నిర్ద్వందంగా చూపించాలంటే "పూసలు-పుల్లల నమూనాలు" (ball and rod models) ఉపయోగించాలి. మచ్చుకి డైమెతల్ ఈథర్ అనే పదార్థంలోని అణువుల అమరిక పూసలు-పుల్లల నమూనాలో ఎలా ఉంటుందో ఈ దిగువ బొమ్మ (బొమ్మ 7.4) లో సరదాకి చూపిస్తున్నాను; త్వరలోనే వీటి గురించి విపులంగా చెబుతాను. ఈ బొమ్మలో మధ్య (ఎర్రగా) ఉన్నది ఆమ్లజని అణువు. దానికున్న రెండు చేతుల తోటీ రెండు కర్బనం (నల్లగా ఉన్నవి)

అణువులని పట్టుకున్నాది. ఈ రెండు కర్బనం అణువులూ వాటికి ఇంకా ఖాళీగా ఉన్న మూడు చేతులతోటీ మూడేసి ఉదజని (తెల్లటివి) అణువులని పట్టుకున్నాయి.



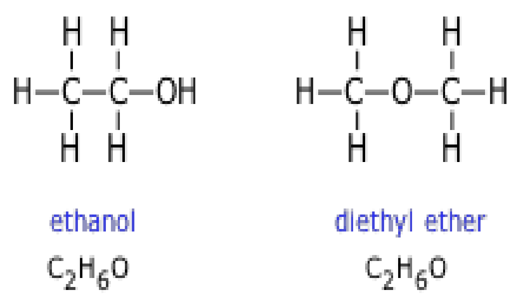
nter the caption బొమ్మ 7.4 డైమెతల్ ఈథర్ యొక్క పూసలు-పుల్లల నమూనా. ఇక్కడ ఎర్రటి పూస ఆమ్లజని అణువు, నల్ల పూసలు కర్బనపు అణువులు, విభూతి రంగు పూసలు ఉదజని అణువులు.

కాగితం మీద కాని, కంప్యూటరు తెర మీద కాని ఇటువంటి బొమ్మలు గీసి చూపించటం అంత తేలిక కాదు. అందుకని ఇటుపైన అణువుల అమరికని సులభమైన పద్ధతిలో గీసి చూపిస్తాను. వీటిని "చదును నిర్మాణక్రమం" (flat structural formula) అందాం. ఈ రోజుల్లో రసాయనశాస్త్రపు పాఠ్య పుస్తకాలలో ఇంతకంటె మంచి బొమ్మలు, రంగులలో, వేస్తున్నారు. ఆ రకం బొమ్మల కంటె నేను ఇక్కడ గీసి చూపించే బొమ్మలు అర్థం చేసుకోవటం తేలిక. విషయం అర్థం అయిన తరువాత క్లిష్టమయిన బొమ్మలు అర్థం చేసుకోవటం తేలిక.



enter the caption బొమ్మ 7.5 డైమెతల్ ఈథర్ యొక్క చదును నిర్మాణక్రమం. ఈ బొమ్మని పూసలు-పుల్లలు నమూనాతో పోల్చి చూడండి. ఈ చదును నిర్మాణక్రమాన్ని ఇంకా చదును చేసి మరొక చోట చూపిస్తాను.

బాలం (valency) అంటే ఏమిటో ఈ పాటికి అర్థం అయి ఉండాలి. ఈ బాలం అనే ఊహనం (concept) ఉపయోగించి, నిర్మాణక్రమం అనే కొత్త ఊహనాన్ని ప్రవేశపెట్టి, గత అధ్యాయంలో ప్రస్తావించిన, ఎతల్ ఆల్కహాలు, డైమెతల్ ఈథరు తెచ్చి పెట్టిన చిక్కు సమస్యని మన బెర్జీలియస్ ఎలా పరిష్కరించేరో చూద్దాం. ఈ రెండింటి సాంఖ్యక్రమము "సి2ఎచ్6ఒ" (C_2H_6O) అని అనుకున్నాం కదా. ఈ "సి2ఎచ్6ఒ" (C_2H_6O) లో రెండు కర్బనపు అణువులు ఉన్నాయి కదా. ఒకొక్క కర్బనానికి నాలుగు చేతులు. వీటిల్లో ఒక చేతితో పక్కనున్న కర్బనపు అణువు చేతిని పట్టుకుందనుకుందాం. అప్పుడు ఒకొక్క దానికి మూడేసి ఖాళీ చేతులు (రిక్త హస్తాలు) చొప్పున మొత్తం ఆరు ఖాళీ చేతులు ఉంటాయి. ఈ ఆరు ఖాళీ చేతులకీ ఆరు ఉదజని అణువులని తగిలించేస్తే సరిపోలా? మరి మిగిలిపోయిన ఆమ్లజని సంగతి? ఈ ఆమ్లజని అణువుని కూడా ఇరికించాలంటే రెండే రెండు మార్గాలు ఉన్నాయి. ఈ రెండు మార్గాలనీ బొమ్మలు గీసి చూపించటం తేలిక. (బొమ్మ 7.6 చూడండి.)



center the caption

బొమ్మ 7.6.క. ఎడమ పక్క బొమ్మలో ఎతల్ ఆల్కహాలు. బొమ్మ 7.6.చ. కుడి పక్క బొమ్మలో డైమెతల్ ఈథర్.

ఎడం పక్క బొమ్మ 7.6. క. లో ఎతల్ ఆల్కహాల్ బణువులో అణువుల అమరిక చూపేను. కుడి పక్క బొమ్మ 7.6. చ. లో డైమెతల్ ఈథర్ బణువులో అణువుల అమరిక చూపేను. ఈ రెండు అమరికల మధ్య తేడా అతి స్వల్పం. ఎతల్ ఆల్కహాల్ లో "-ఒ-ఎచ్" (-O-H) అనే

అణువుల గుంపు ఉంది చూడండి. డైమెతల్ ఈథర్ లో ఈ "-ఒ-ఎచ్" (-O-H) కనిపించదు. ఈ బండ గుర్తుని జ్ఞాపకం పెట్టుకుంటే ఏది ఏదో గుర్తు పట్టటం తేలిక. రసాయన ద్రవ్యాలలో ఈ "-ఒ-ఎచ్" (-O-H) అణువుల గుంపు తరచు తారసపడుతూ ఉంటుంది. పదే పదే వచ్చే అమరిక కనుక దీనికి ఒక పేరు పెట్టేరు. దీనిని "-ఒ-ఎచ్" గుంపు (లేదా -OH group) అని కాని "హైడ్రాక్సిల్ గుంపు" (hydroxyl group) అని కాని పిలుస్తారు. ఇక్కడ "హైడ్రాక్సిల్" అంటే ఏమిటి? "హైడ్రొజన్" లో "హైడ్రొ" ని "ఆక్సిజన్" లో "ఆక్సి" ని సంధించగా వచ్చిన మాటే "హైడ్రాక్సిల్." రసాయన ద్రవ్యాలలో "ఆల్కహోలు" అన్న పేరు ప్రత్యయంగా వచ్చే ప్రతి పదార్థంలోను ఈ హైడ్రాక్సిల్ గుంపు కనిపించి తీరుతుంది. అంటే ఈ హైడ్రాక్సిల్ గుంపు ఆల్కహోలు జాతికి ఒక చిహ్నం, ఒక ఇంటిపేరు లాంటిది.

పోతే, పై రెండు బొమ్మలలోనూ మరొక గుంపు కనిపిస్తోంది. ఆ గుంపులో ఒక కర్బనపు అణువు, మూడు ఉదజని అణువులు ఉన్నాయి. ఈ గుంపుని టూకీగా మనం "సిఎచ్3" (-CH3) అని రాయవచ్చు. ఎతల్ ఆల్కహోలులో ఒక "సిఎచ్3" (-CH3) గుంపు ఉంది, డైమెతల్ ఈథర్ లో రెండు "సిఎచ్3" (-CH3) గుంపులు ఉన్నాయి. ఇప్పుడు ఈ గుంపులని గుర్తించటం నేర్చుకున్నాము కనుక, పైన బొమ్మలలో చూపించిన నిర్మాణక్రమాలని టూకించి, వాక్యం మధ్యలో, ఒక మాట రూపంలో, రాయొచ్చు. ఈ పద్ధతిలో ఎతల్ ఆల్కహోలు ని "ఎచ్3సిసిఎచ్2ఒఎచ్" (H3CCH2OH) అని రాస్తారు. ఇలా రాసినప్పుడు ఎతల్ ఆల్కహోలులో ఎడం పక్కన "సిఎచ్3" (-CH3) గుంపు, మధ్యలో "సిఎచ్2" (-CH2) గుంపు, కుడి పక్కన "ఒ-ఎచ్" (-OH) గుంపు ఉన్నట్లు తెలుస్తోంది కదా. "సిఎచ్3" (-CH3) అని రాసినా, "ఎచ్3సి" (-H3C) అని రాసినా అర్థం ఒకటే, ఇదే విధంగా డైమెతల్ ఈథర్ ని "ఎచ్3సిఒసిఎచ్3" (H3COCH3) అని రాసినప్పుడు ఎడం పక్కన "సిఎచ్3" (-CH3)

గుంపు, మధ్యలో ఒక ఆమ్లజని అణువు (O), కుడి పక్క మరొక “సిఎచ్3” (-CH3) గుంపు ఉన్నట్లు తెలుస్తోంది కదా. కనుక బొమ్మలు గీసే ఓపిక, సౌకర్యం లేని వారు ఈ బారు క్రమం (linear order) లో నిర్మాణక్రమాన్ని చూపించవచ్చు. ఈ వ్యాసాలలో అవసరం వెంబడి ఈ రెండు పద్ధతులు వాడుతూ ఉంటాను, ఎందుకంటే బొమ్మల అందం బొమ్మలదే. రాత సౌలభ్యం మాట దేవుడెరుగు!

ఇక్కడ గమనించదగ్గ మరొక విషయం. C2H6O ని రెండే రెండు విధాలుగా అమర్చవచ్చు. మూడో విధంగా అమర్చటానికి అవకాశం లేదు. నా మాట మీద నమ్మకం లేక పోతే కాగితం, కలం తీసుకుని ప్రయత్నించి చూడండి. ఒక బణువులో ఉన్న కర్బనపు అణువుల సంఖ్య పెరుగుతూన్న కొద్దీ ఈ అమరికల సంఖ్య కూడా పెరుగుతుంది. ఉదాహరణకి “సి12ఎచ్28” (C12H28) అనే బణువుని 803 విధాలుగా అమర్చవచ్చు. అంటే “సి12ఎచ్28” (C12H28) కి 803 సమభాగులు (isomers) ఉన్నాయి! (నా మాట నమ్మండి. అన్నీ ఉన్నాయో లేదో అని ప్రయత్నించి చూడటం మొదలెడితే పిచ్చెక్కి పోవచ్చు!) ఈ సమభాగులన్నీ వివిధమైన లక్షణాలు కలిగి ఉండాలన్న నిబంధన ఏదీ లేదు. ఒక తల్లి పిల్లల మధ్య పోలికలు ఉండొచ్చు, లేక పోవచ్చు; ఇక్కడా అంతే. కనుక ప్రతి సమభాగిని నిశితంగా పరీక్షించి చూడాల్సిందే!

8. కుడి ఎడమైతే?

శాస్త్రీయ పరిశోధన చిట్టడవిలో పారేసుకున్న చిల్లుకానీని వెతకడం లాంటి పరిశ్రమ. (బ్రిటిష్ వాళ్ల రోజులలో, రూపాయికి 12 అణాలు, అణాకి 4 కానీలు ఉండేవి. యుద్ధపు రోజుల్లో రాగికి కరువొచ్చినప్పుడు రాగి కానీకి మధ్య పెద్ద చిల్లు పెట్టేవారు. వాటిని చిల్లుకానీ అనే వారం.) మనకి కావలసినది ఎలాంటిదో తెలుసు, దాని లక్షణాలు తెలుసు, కాని అది ఎక్కడ ఉందో తెలియదు. కనుక దానిని నాలుగు మూలలా గాలించి వెతకాలి. ఈ అన్వేషణలో చిల్లుకానీ దొరికేలోగా గుర్రపు నాడా దొరకొచ్చు, బచ్చాముక్క (ఖాళీ సిగరెట్టు పెట్టె పై భాగం కాని, కింది భాగం కాని) దొరకొచ్చు, (గోళీలు, బచ్చాముక్కలు, బిళ్లా-కర్ర మా రోజుల్లో ఆట వస్తువులు.) లేదా బంగారు నాణెం దొరకొచ్చు. కావలసిన నాణేనికి చిల్లు ఉండాలి కదా అని విలువైన బంగారు నాణేన్ని పారేసుకుంటారు దురదృష్టవంతులైతే. బంగారం విలువ తెలిసినవారైతే, "వెతుకుతున్న కానీ దొరకకపోతే పోయె, మరొక కాసు బంగారం దొరుకుతుందేమో చూద్దాం," అనుకుంటూ వెతుకుతారు.

అందుకని పరిశోధన చేసేటప్పుడు రాబోయే ఫలితం ఎలాగుంటుందో ఊహించి మరీ చెయ్యాలి. ఊహించిన ఫలితానికి బదులు మరొక ఫలితం తారసపడినప్పుడు, ఆశించకుండా దొరికిన ఫలితం యొక్క విలువ గ్రహించగలిగే స్థోమత ఉండాలి. అప్పుడే ఆ పరిశోధకుడు (రాలు) గణుతికెక్కే సావకాశం ఉంది. ఉదాహరణకి బాహుబలాలు ఉపయోగించి నిర్మాణ క్రమాలు సూచించవచ్చన్న కెకూలె సలహానే తీసుకుందాం. అంతవరకు నిర్మాణక్రమాలని సరళరేఖా క్రమంలో చూపించేవారు. అంటే, 9, 7, 4 అనే మూడు అంకెలు ఎలా అమర్చబడ్డాయో చెప్పాలంటే వాటిని వరుసగా 974 అని కాని, 479 అని కాని, 749 అని కాని, రకరకాల

అమరికలలో చూపవచ్చు. అప్పుడు కెకూలే రంగంలోకి దిగి ఈ అంకెలని రెండు దిశలలో వ్యాప్తి చెందే విధంగా – అంటే గళ్ల నుడికట్టులోలా, లేదా సుడూకో ఆటలోలా - కూడ అమర్చవచ్చన్నారు. ఈ ప్రతిపాదన రాగానే “బణువుల నిర్మాణం మూడు దిశలలో ఎందుకు వ్యాపించి ఉండకూడదు?” అనే అనుమానం రాడానికి ఎంతో కాలం పట్టలేదు.

అది పందొమ్మిదవ శతాబ్దాంతం. రసాయనులు సమభాగుల భౌతిక లక్షణాల మీద తీవ్రంగా పరిశోధనలు చేస్తూన్న రోజులవి. ద్రవరూపంలో ఉన్న రసాయనాల గుండా కాంతి కిరణాలు పంపినప్పుడు ఆ కాంతి కిరణాల లక్షణాలలో వచ్చే మార్పులని పరిశీలిస్తున్నారు కొందరు. ఈ లక్షణాలకి, సమభాగుల నిర్మాణక్రమానికీ మధ్య ఉండే సంబంధం ఏమిటో తెలుసుకోవాలంటే ఇక్కడ ఈ కథని ఆపి, చిన్న మళుపు తిరిగి, ఒక పిట్టకథలాంటి పాఠం చెప్పుకోవాలి.

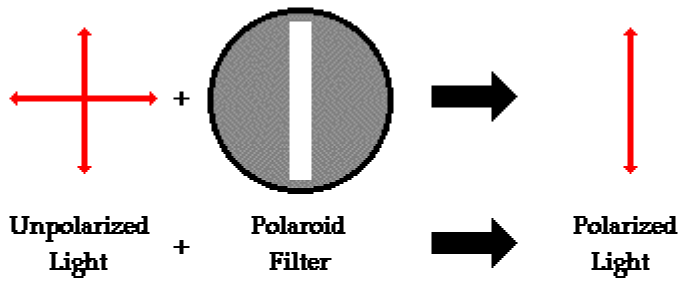
8.1 తలీకరణ

కాంతి కిరణాల గురించి ముందు తెలుసుకుందాం. చూరులో ఉన్న చిల్లు గుండా కాంతి గదిలోకి ప్రవేశించినప్పుడు, గాలిలో తేలియాడే నలకల వల్ల ఆ కాంతి తెల్లటి కడ్డీలా మనకి కనిపిస్తుంది. ఈ తెల్లటి కడ్డీ కొన్ని కాంతి కిరణాల సమూహం అన్నమాట. ఇలాంటి కిరణాల సమూహాన్ని కిరణ వారం (beam of light) అంటారు. “తరణి కిరణ వారము” అనే ప్రయోగం తెలుగులో ఉంది. అంటే “సూర్య కిరణాల సమూహం” అని అర్థం. కాంతి సన్నగా వెంట్రుక వాసి ప్రమాణంలో ఉంటే దానిని కాంతి కిరణం (ray of light) అంటారు. అంటే ఒక కిరణ వారంలో ఎన్నో కిరణాలు ఉన్నాయన్నమాట; ఒక చీపురు కట్టలో ఎన్నో చీపురు పుల్లలు ఉన్నట్లు ఉపమానం ఊహించుకోండి. చెప్పడం అంటే చెప్పేను కాని, ఈ ఉపమానం ఈ సందర్భంలో

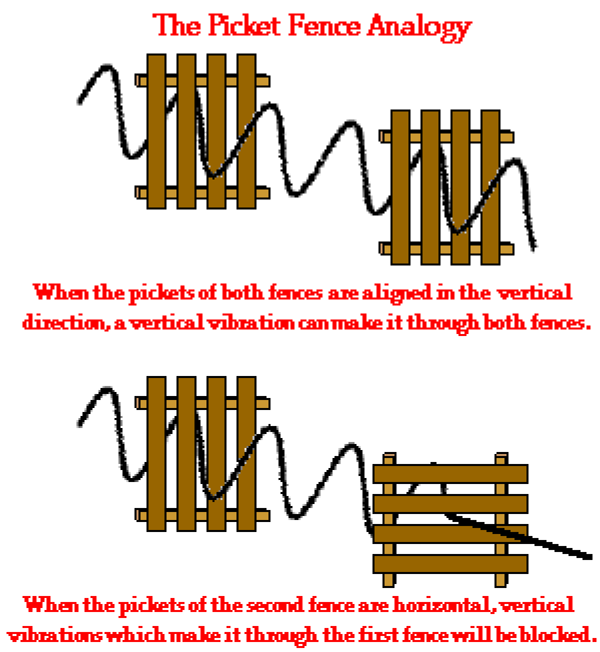
పూర్తిగా నప్పదు. చీపురు కట్టలో పుల్లలు అన్నీ నిటారుగా, తిన్నగా, ఒంపులు లేకుండా ఉంటాయి కదా. కాని కిరణవారంలో కిరణాలు అలా ఉండవు. కిరణాలు అని మనం అంటూన్నా, కాంతి తరంగాల మాదిరి ప్రవహిస్తుంది కనుక బాణంలా ముందుకి దూసుకు పోతూన్న కిరణవారంలో ఉన్న కిరణాలు తిన్నగా చీపురు పుల్లలులా కాకుండా మెలికలు తిరిగిన పాములా, లేదా తరంగంలా, ఉంటాయని ఊహించుకోవచ్చు. కనుక మన సారూప్యం సఫలం అవాలంటే ఒక కాంతి వాసం లోని కాంతి కిరణాలు మెలికలు తిరిగిన పుల్లలులా ఉంటాయని ఊహించుకోవాలి. ఈ మెలికలు తిరిగిన పుల్లలన్నిటిని గుత్తగుచ్చి కట్ట కట్టేము కనుక ఆ కట్టలో ఉన్న పుల్లల మెలికలు ఒకే తలం (plane) లో ఉండవు; గజిబిజిగా అని దిశలలోను వ్యాపించి ఉంటాయి. ఇదే విధంగా చూరు లోని చిల్లు గుండా ప్రవహిస్తూన్న కిరణ వారం లోని కాంతి కెరటాలు గజిబిజిగా, అన్ని దిశలలోనూ కంపిస్తూ ఉంటాయి. ఈ రకం కాంతిని "తలీకరించని కాంతి" (unpolarized light) అంటారు. అంటే, ఒక్క తలం (plane) లో కాకుండా అన్ని తలాలలోను కంపిస్తూన్న కాంతి అన్నమాట.

ఇలా అన్ని దిశలలోనూ కంపించే కాంతి తరంగాలని ఒకే ఒక సన్నటి కంత (narrow slit) ఉన్న జల్లెడ గుండా పోనిచ్చేమనుకుందాం. ఆ కంత గుండా అన్ని కిరణాలు దూసుకుని వెళ్లలేవు; కొన్నే వెళ్లగలవు. ఏవి వెళ్లగలవు? ఆ సన్నటి కంత ఏ దిశలో ఉందో అదే దిశలో కంపిస్తూన్న కెరటాలు వెళ్ల గలవు; మిగిలినవి ఆ కంతలోంచి దూరి వెళ్లలేవు (బొమ్మ 8.1 చూడండి.) ఇప్పుడు కంతలోంచి బయట పడ్డ కాంతి తరంగాలు అన్నీ ఒకే దిశలో కంపిస్తూ ఉంటాయి కదా. అందుకని ఇలా బయట పడ్డ కాంతిని "తలీకరించిన కాంతి" (polarized light) అందాం. అంటే, ఒకే తలంలో కంపింపించే కాంతి. ఇది కేవలం ఉపమానం మాత్రమే అని

గుర్తు పెట్టుకొండి. ఈ దిగువ చూపిన రెండు బొమ్మలు చూస్తే ఈ ఉపమానం ఇంకా బాగా అర్థం అవుతుంది.

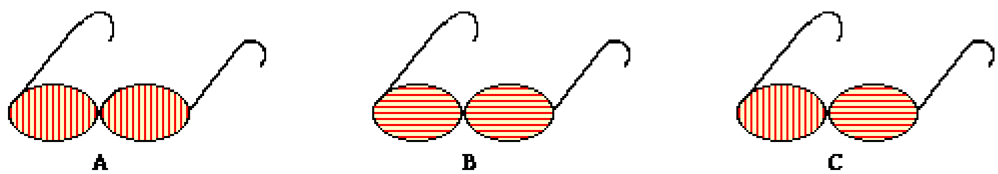


బొమ్మ 8.1 తలీకరణ ప్రక్రియని సూచించే బొమ్మ



బొమ్మ 8.2 కటకటాల గుండా కాంతి తరంగం ప్రవహించే తీరు

తలీకరణ చెందిన కాంతికి, చెందని కాంతికి మధ్య తేడా తెలుసుకోవాలంటే ఎర్రటి ఎండలో చలవ కళ్ళజోడు (cooling glasses or polarized sunglasses) పెట్టుకుని చూడండి. అంతా మబ్బు వేసినట్లు దృశ్యం కనిపిస్తుంది. ఎందువల్ల? చలవ కళ్లజోడు సగానికి సగం కాంతిని అడ్డగించి మిగిలిన సగాన్నే కంటికి చేరనిస్తుంది కనుక (బొమ్మ 8.3 చూడండి).



బొమ్మ 8.3 చలవ కళ్లజోడు పని చేసే విధానం

ఈ "పోలరైజేషన్" అన్న ఇంగ్లీషు మాటని మక్కీకి మక్కీ తర్జుమా చేసి మన వాళ్లు తెలుగు పుస్తకాలలో "ధ్రువీకరణ" అని రాస్తారు. కాని ఈ అనువాదం శుద్ధ తప్పు. పోలరైజేషన్ అనే ప్రక్రియ అర్థం కాని రోజుల్లో ఇంగ్లీషు వాళ్లు పప్పులో కాలేసి ఆ పేరు పెట్టేరు. పూర్వం కాంతి రేణువులులా ఉంటుందని ఉహించుకునేవాళ్లం. అంతవరకు పెద్ద ప్రమాదం లేదు. ఇప్పుడు కూడ సందర్భానుసారంగా కాంతి రేణువులులా ఉంటుందని అనుకుంటూ ఉంటాం. కాని ఆ రేణువులు చిన్న చిన్న అయస్కాంతాలలా ఉంటాయనిన్నీ, ఆ అయస్కాంతాలకి ఒక ఉత్తర ధ్రువం, ఒక దక్షిణ ధ్రువం ఉంటాయనీ కూడ పూర్వం ఊహించుకునేవారు. పైపెచ్చు "పోలరైజు" కాని కాంతిలో ఈ ధ్రువాలన్నీ చెల్లా చెదురుగా అన్ని దిశలలోనూ తిరిగి ఉంటాయనిన్నీ, "పోలరైజు" అయిన తరువాత కవాతు చేసే సైనుకులులా ఇవన్నీ ఒకే దిశ వైపు మొగ్గి ఉంటాయనిన్నీ చెబుతూ పోలరైజేషన్ ప్రక్రియని వర్ణించేవారు. ఈ ఊహనం తప్పు. అందుకనే

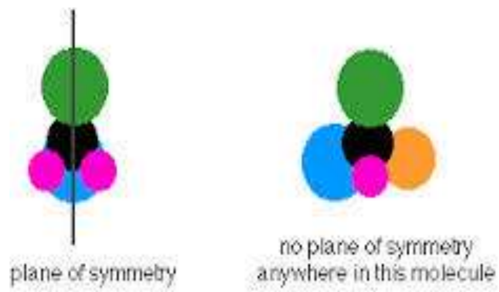
ధ్రువీకరణ అన్న అనువాదం కూడ సముచితమైనది కాదు; తలీకరణ అన్నది మెరుగైన అనువాదం.

8.2 చేతి వాటం (కరత్వం)

ఇంతకీ తలీకరణానికీ, నిర్మాణక్రమానికీ మధ్య ఉన్న సంబంధం ఏమిటి? తలీకరణ చెందిన కాంతి తరంగాలు ఒకే తలంలో కంపిస్తూ ఉంటాయని కదా చెప్పుకున్నాం. ఇప్పుడు ఈ రకం కాంతిని కొన్ని రకాల ద్రావణాల గుండా పంపినప్పుడు, బయటకి వచ్చిన కిరణం కూడ తలీకరించబడ్డ కిరణమే కాని, ఇది మరొక తలంలో కంపిస్తుంది. ఇలా కంపన తలాన్ని (plane of polarization) తిప్ప గలిగే స్థోమత ఉన్న పదార్థాలని "చక్షుషంగా చైతన్యవంతం" (optically active) అంటారు.

"కొన్ని పదార్థాలు ఎందుకు ఈ చక్షుష చైతన్యతని ప్రదర్శిస్తాయి? కొన్ని ఎందుకు ప్రదర్శించవు?" అన్న ప్రశ్నకి ఫ్రెంచి భౌతిక శాస్త్రవేత్త బయోట్ (Biot) సమాధానం ఊహించి చెప్పేరు. బయోట్ ఏమన్నారంటే మన పదార్థపు బణువులోని అణువులన్నీ సౌష్టవం (symmetric) గా అమర్చబడి ఉంటే దానిలోంచి ప్రయాణం చేసే కాంతి యొక్క తలీకరణ తలం (plane of polarization) ఏ మార్పూ చెందదనిన్నీ, అసౌష్టవంగా ఉంటే ఆ తలీకరణ తలం ఒక పక్కకి తిరుగుతుందనీ ఊహించి చెప్పేరు. బయోట్ ఊహించిన కారణం సరి అయినదే అని ఇరవైరెండేళ్ల హాలండు దేశపు విద్యార్థి, వాంట్ హాఫ్ (Vont Hoff) ప్రయోగాత్మకంగా రుజువు చేసి చూపించేడు. చేసి ఊరుకోకుండా కెకూలె సూచించిన నిర్మాణ క్రమాన్ని మరమ్మత్తు చెయ్యాలన్నాడు. కెకూలె నిర్మాణ క్రమాలు అన్నీ బల్లపరుపుగా, కాగితం మీద

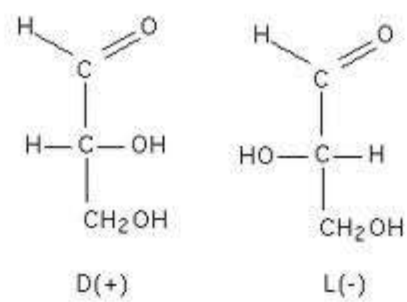
గీసిన బొమ్మలులా ఉంటాయని ఊహిస్తే, నిజానికి బణువుల లోని అణువుల అమరిక మూడు దిశలలో వ్యాప్తి చెంది ఉంటుందని ఈ విద్యార్థి అన్నాడు. ఉదాహరణకి కర్బనపు అణువుకి ఉన్న నాలుగు బాహువులని ఉత్తర, దక్షిణ, తూర్పు, పడమర దిశలలో కాకుండా మూడింటిని ముక్కాలి పీటలా అమర్చి, నాలుగవ బాహువుని పీట మీద దీపంలా అమర్చమన్నాడు (బొమ్మ 8.4 చూడండి).



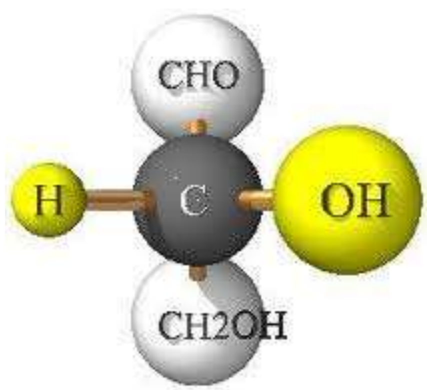
enter the caption బొమ్మ 8.4 ఒక బణువులో ఉన్న అణువుల అమరికలో సౌష్టవం ఉంటే ఎలా ఉంటుందో ఎడమ పక్క, లేకపోతే ఎలా ఉంటుందో కుడి పక్క చూపిస్తున్నాను.

ఒక కర్బనపు బణువులో, కర్బనం చుట్టూ ఉండే నాలుగు అణువులలోనూ సౌష్టవం లోపిస్తే, అప్పుడు ఆ నాలుగు అణువులని రెండు విధాలుగా అమర్చవచ్చనిన్నీ, ఆ రెండూ ఒకదానికి మరొకటి దర్పణ ప్రతిబింబాలుగా (mirror images) ఉంటాయనీ వాంట్ హాఫ్ అన్నారు. దర్పణ ప్రతిబింబాలు అంటే ఎలాగుంటాయో చూపడానికి గ్లిసరాల్డిహైడ్ యొక్క నిర్మాణక్రమాన్ని ఈ దిగువ బొమ్మలో రెండు విధాలుగా గీసి చూపుతాను. వీటిని "సవ్య గ్లిసరాల్డిహైడ్" అనిన్నీ, "అపసవ్య గ్లిసరాల్డిహైడ్" అనిన్నీ పిలుద్దాం. ఈ సవ్య గ్లిసరాల్డిహైడ్ ద్వారా తలీకరించిన కాంతిని పంపితే ఆ కాంతి యొక్క కంపన తలం సవ్య దిశలో (లేదా,

అనుఘుడి దిశలో, clockwise direction లో) తిరుగుతుంది. సవ్య దిశలో తిరగడం అంటే కుడివైపు తిరగడం అన్నమాట. అందుకని ఈ సవ్య గ్లిసరాల్డిహైడ్ ది "కుడి చేతి వాటం" అంటారు. "కుడి" ని లేటిన్ లో డెక్స్ట్రో (dextro) అంటారు కనుక సవ్య గ్లిసరాల్డిహైడ్ ని డి-గ్లిసరాల్డిహైడ్ (D-glyceraldehyde) అంటారు. ఇదే విధంగా అపసవ్య గ్లిసరాల్డిహైడ్ ని ఎల్-గ్లిసరాల్డిహైడ్ (L-glyceraldihyde) అంటారు; లేటిన్ లో "ఎడమ" ని "లీవో" (levo) అంటారు. సవ్య, అపసవ్య అనడానికి బదులు దక్షిణ, వామ అని కూడ వాడి చూడవచ్చు.



బొమ్మ 8.5 సవ్య (దక్షిణ, D), అపసవ్య (వామ, L), గ్లిసరాల్డిహైడ్ ల నిర్మాణక్రమాలు.



బొమ్మ 8.6 పూసలు-పుల్లలతో సవ్య గ్లిసరాల్డిహైడ్ నిర్మాణక్రమం.

ఈ చేతి వాటం అనే లక్షణాన్ని “కరత్వం” (chirality) అంటారు. సంస్కృతం లో “కర” ధాతువు, గ్రీకు భాషలో “ఖేర్ˆ” ధాతువు దీనికి మూలాలు.

L-గ్లిసరాల్డిహైడ్ కీ D-గ్లిసరాల్డిహైడ్ కీ మధ్య, సమభాగులకి మల్లే, రసాయనిక లక్షణాలలో తేడాలు ఏమైనా ఉన్నాయా? తమ నుండి ప్రసరించే కాంతి యొక్క కంపన తలాన్ని ఎడమకో, కుడికో తిప్పడం (ఇది భౌతిక లక్షణం) తప్ప రసాయనికంగా తేడాలేమీ కనిపించలేదు. మరయితే “కుడి-ఎడమలు” అంటూ ఇంత రాద్ధాంతం చెయ్యడం ఎందుకు? ఒక ముఖ్య కారణం ఉంది. ప్రయోగశాలలో ప్రయోగాలు చేస్తూన్నప్పుడు ఈ కుడి, ఎడమ జాతులు రెండూ దరిదాపు సరిసమానంగానే కనిపిస్తూ ఉంటాయి కాని, జీవ పదార్థాలలో సౌష్టవం లేని బణువులు తారసపడ్డప్పుడల్లా కంచు కాగడా వేసి వెతికీనా కుడి చేతి వాటం ఉన్న బణువులు కనిపించవు; అన్నీ ఎడం చేతి వాటానివే. అంటే సృష్టిలో ఎడమ చేతికి ప్రాముఖ్యత ఉందన్న మాట. ఎందుకనో మనం ప్రతీ పనికీ కుడి చెయ్యి, కుడి కాలు అని తాపత్రయ పడతాం.

9. తోకని తిన్న పాములు

వాంట్ హాఫ్ చేసినదల్లా కెకూలే ప్రతిపాదించిన ద్వి-మితీయ (two-dimensional) నిర్మాణక్రమానికి మెరుగులు దిద్ది త్రి-మితీయ (three-dimensional) నిర్మాణక్రమం అవసరమన్నారు. బణువులలో అణువుల అమరిక అప్పడాలలా బల్లపరుపుగా కాకుండా మూడు దిశలలో వ్యాప్తి చెంది ఉంటుందన్నారు, అంతే; కెకూలె ప్రతిపాదించిన నిర్మాణక్రమం అనే భావాన్ని ఆక్షేపించలేదు. కెకూలె భావాలకి – ఆక్షేపణ కాదు – అగ్ని పరీక్ష పెట్టినది బెంజీన్ (benzene) అనే పదార్థం. ఒక బణువు బెంజీనులో ఆరు కర్బనపు అణువులు, ఆరు ఉదజని అణువులు ఉన్నాయన్న విషయం ప్రయోగాత్మకంగా తెలిసిన విస్పష్ట సత్యం. అందులో ఢోకా లేదు. ఈ ఆరు కర్బనపు అణువులని, ఆరు ఉదజని అణువులని దండ గుచ్చినట్లు బారుగానో, లేక గళ్ల నుడికట్టులోలా చదునుగానో అమర్చాలి. ఎలా? ప్రయత్నించి చూద్దాం.

ఆరు కర్బనపు అణువులని వరసగా పేర్చి, అవి ఒకొక్క చేతితో ఒకొక్క అణువుని పట్టుకునేలా, గొలుసు మాదిరి అమర్చితే ఈ దిగువ చూపిన విధంగా ఉంటుంది. ఈ అమరికలో 14 ఖాళీ చేతులు ఉంటాయి కదా? ఈ ఖాళీ చేతులకి ఒకొక్క కర్బనం తగిలిస్తే మనకి C_6H_{14} వస్తుంది. దీని పేరు షట్టేను (లేదా ఇంగ్లీషులో Hexane). ఇందులో 14 ఉదజని అణువులు ఉన్నాయి కనుక మనకి కావలసినది ఇది కాదు.

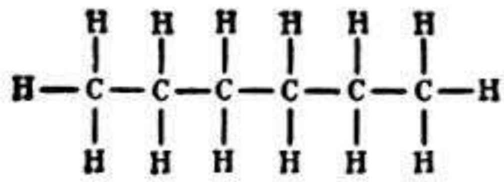


FIG. 34.—Hexane.

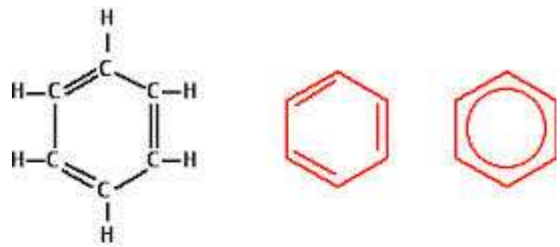
బొమ్మ 9.1 ఆరు కర్బనం అణువులు 14 ఉదజని అణువులు ఉన్న షష్ఠేను

ఆరు కర్బనపు అణువులని వరసగా పేర్చి, వాటిని రెండేసి చేతులతో పక్క అణువుని పట్టుకునేలా, గొలుసు మాదిరి అమర్చితే C6H4 వస్తుంది. ఇది ఫినిలీన్ అనే పదార్థాన్ని సూచిస్తుంది. ఇందులో నాలుగే ఉదజని అణువులు ఉన్నాయి కనుక ఇదీ మనకి కావలసినది కాదు.

ఆరు కర్బనపు అణువులని వరసగా పేర్చి, ఆ గొలుసులో ఈ చివరా, ఆ చివరా జంట బంధాలు వేసి, ఖాళీ చేతులకి ఉదజని తగిలిస్తే C6H6 వస్తుంది. కాని దాని రసాయన లక్షణాలు పరిశీలించి చూస్తే అది బెంజీను కాదని తేలిపోయింది.

ఇంతకీ బెంజీనులో అణువుల అమరిక ఎలా ఉన్నట్లు? ఈ సమస్యకి పరిష్కారం దొరక్క, కెకూలె రాత్రనక, పగలనక యాతన పడుతున్నారు. ఈ విషయమే ఆలోచిస్తూ, కెకూలె బస్సులో గ్రామాంతరం వెళుతూ, కునికిపాట్లు పడడం మొదలెట్టేరుట. మగతగా ఉన్న నిద్రలో ఆయన మనోదృక్పథంలో కర్బనపు అణువులు బారులు తీర్చి, గొలుసులుగా మారి, ఒంపులు తిరుగుతూ, ఒయ్యారంగా నాట్యం చెయ్యడం మొదలెట్టేయిట. అలా నాట్యం చేస్తూన్న గొలుసులు కాస్తా పాములుగా మారిపోయాయిట. అందులో ఒక పాము తన తోకని తానే పట్టుకుని పల్టీలు కొట్టడం మొదలెట్టిందిట. కెకూలె గభీమని లేచి, కాగితాల మీద ఆ

పాముల ఆకారాలు గియ్యడం మొదలు పెట్టేరుట. తన తోకని తన నోటితో పట్టుకున్న పాముని చిత్రంలా గీసేసరికి కెకూలెకి ఒక ఆలోచన వచ్చింది.



Benzene depicted in three ways

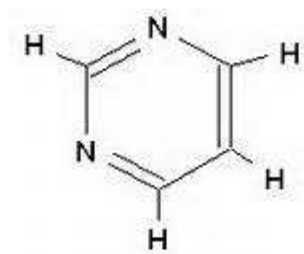
బొమ్మ 9. 2 ఆరు కర్బనం అణువులని, 6 ఉదజని అణువులని చక్రాకారంలో అమర్చగా వచ్చిన బెంజీను చక్రం – మూడు విధాలుగా చూపుతున్నాను.

కర్బనపు గొలుసులు కూడ ఇలా చక్రాలులా ఎందుకు ఉండకూడదు? వెంటనే కెకూలె నాలుగైదు చక్రాలు ప్రయత్నించి చూసేరు. వాటిల్లో బొమ్మ 9.2 లో చూపిన చక్రం ఒకటి. ఈ చక్రంలో తనకి కావలసిన విధంగా ఆరు కర్బనపు అణువులు, ఆరు ఉదజని అణువులు ఉన్నాయి. కావలసిన సౌష్టవం ఉంది. ఈ రకం చక్రానికి “బెంజీను చక్రం” అని పేరు పెట్టేరు. ఈ బెంజీను చక్రంలో కొట్టొచ్చినట్లు కనిపించే లక్షణాలు కొన్ని ఉన్నాయి: ఒకటి, సంప్రదాయికంగా దీనిని షడ్భుజి ఆకారంలో గీస్తారు. రెండు, ఇందులో ఉన్న జంట బంధాలు ఏకాంతర స్థానాలలో (alternate positions) ఉండడం. మూడు, ప్రతి మూల దగ్గరా ఒక కర్బనం, దానిని ఆనుకుని ఒక ఉదజని ఉండడం.

తరువాత ఈ రకం చక్రీయ సౌష్టవం ఉన్న నిర్మాణక్రమాలు వందలాది కనిపించేయి. ఇలాంటి చక్రాలు నిర్మాణక్రమంలో ఉంటే ఆ పదార్థాన్ని “ఏరొమేటిక్ కాంపౌండ్” (aromatic compound) అంటారు. ఇంగ్లీషులో “అరోమ” అంటే వాసన. సర్వసాధారణంగా బెంజీను చక్రం నిర్మాణక్రమంలో ఉందంటే ఆ పదార్థానికి ఏదో ఒక రకం వాసన (సువాసనే

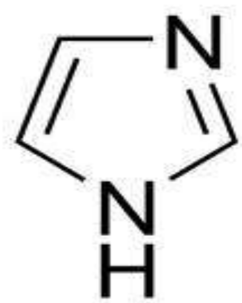
కానక్కరలేదు) ఉంటుంది. లేదా, వాసన ఉన్న పదార్థాలలో ఈ రకం చక్రం కనిపిస్తూ ఉంటుంది. ఈ "ఏరొమేటిక్ కాంపౌండ్" ని మనం తెలుగులో "సగంధ యోగికం" అనొచ్చు. సుగంధ అనకుండా సగంధ అండానికి కారణం ఈ వాసనలన్నీ సువాసనలు కానక్కరలేదు.

బెంజీను చక్రాన్ని పోలినవి, ఆరు భుజాలు, ఏకాంతర స్థానాలలో జంట బంధాలు ఉన్న రసాయన పదార్థాలు ఇంకా చాలా ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి బెంజీను చక్రంలో, రెండు ఏకాంతర స్థానాలలో ఉన్న కర్బనం అణువులని తీసేసి, వాటి స్థానంలో రెండు నత్రజని అణువులని ప్రవేశపెడితే వచ్చే చక్రం పేరు "పిరిమిడీన్ చక్రం" (pyrimidine ring). జీవరసాయనంలో ఈ పిరమిడీన్ చక్రానికి చాల ముఖ్యమైన పాత్ర ఉంది. (బొమ్మ 9.3 చూడండి).



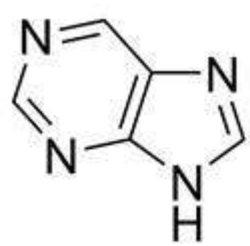
బొమ్మ 9.3 షడ్భుజి ఆకారంలో ఉన్న పిరిమిడీన్ చక్రం: ఇందులో 4 కర్బనం అణువులు, 4 ఉదజని అణువులు, 2 నత్రజని అణువులు ఉన్నాయి.

చక్రాలన్నిటిలోను ఆరేసి కర్బనం అణువులు ఉండాలన్న నిబంధన కూడ లేదు. ఉదాహరణకి "ఇమిడజోల్" అనే పదార్థం ఒకటుంది. దాని నిర్మాణక్రమంలో పంచభుజి ఆకారంలో ఉన్న చక్రం కనిపిస్తుంది. ఇమిడజోల్ నిర్మాణక్రమం బొమ్మ 9.4 లో చూపిస్తున్నాను.



బొమ్మ 9.4 పంచభుజి ఆకారంలో ఉన్న ఇమిడజోల్ (CH)2N(NH)CH) చక్రం: ఇందులో 3 కర్బనం అణువులు, 2 నత్రజని అణువులు, 4 ఉదజని అణువులు ఉన్నాయి.

బెంజీను చక్రాలు, పిరిమిడీన్ చక్రాలు, ఇమిడజోల్ చక్రాలు ఒకదానితో మరొకటి అతుక్కుని "చక్రాల గొలుసు"గా కూడ ఉండొచ్చు. ఉదాహరణకి షడ్భుజి ఆకారంలో ఉన్న ఒక పిరిమిడీన్ చక్రం, పంచభుజి ఆకారంలో ఉన్న ఒక ఇమిడజోల్ చక్రం అతుక్కుని ఉంటే ఎలా ఉంటుందో బొమ్మ 9.5 లో చూపిస్తున్నాను. ఈ చక్రాల జంటని "ప్యూరీన్ చక్రం" (purine ring) అంటారు. ప్యూరీన్ అన్న మాట "ప్యూర్ యూరిన్" (pure urine, అనగా కల్తీ కాని మూత్రం అని అర్థం) అన్న మాటని కుదించగా వచ్చింది. ఇది కూడ జీవ రసాయన శాస్త్రంలో చాల ముఖ్యమైన కట్టడపు ఇటికే!



బొమ్మ 9.5 ప్యూరీన్ చక్రం: ఒక షడ్భుజి, ఒక పంచభుజి అతుక్కుని ఉన్న ఈ బణువు సాంఖ్య క్రమం C5H4N4.

ఈ ప్యూరీన్ బణువు చిన్న చిన్న మార్పులతో ఎన్నో చోట్ల కనిపిస్తూ ఉంటుంది. ఉదాహరణకి వారసవాహికలలో కనిపించే ఎడినీన్ (adenine), గువనీన్ (guanine) అనే రెండు కణికామ్లములలో (nucleic acids) ఈ ప్యూరీన్ చక్రం కనిపిస్తుంది. మనం తాగే కాఫీలో ఉన్న కెఫీన్ కూడ ఈ ప్యూరీన్ చక్రంతోటే తయారు కాబడింది. (ఎడినీన్, గువనీన్, కెఫీన్ అన్న పేర్లలో పోలిక చూడండి.)

10. నీలిమందు కుండీలు, సంధాన రసాయనం

నా చిన్నతంలో, మా ఊళ్లో, రెండు స్మారక కట్టడాలు (monuments) ఉండేవి. ఒకటి, పెంటకోటలో, సముద్రపుటొడ్డున, విరిగిపోయిన దీపస్తంభం. రెండు, సూరవరం వెళ్లే దారిలో, లక్షిందేవి చెరువు గట్టున, నీలిమందు కుండీలు. ఈ రెండింటి గురించి తలుచుకున్నప్పుడల్లా నా కడుపు చెరువైపోతుంది.

రెండవ ప్రపంచ యుద్ధానికి ముందు రోజుల్లో, ఎప్పుడో, పెంటకోట నుండి పడవలలో వ్యాపారపు రవాణా బాగానే జరిగేదిట. మా ఊరు నుండి పంచదార ఎగుమతి అయేదిట. మా ఊరి వర్తకులు ఒక తడవ, పేరాశతో, పంచదార బస్తాలతో పాటు పది ఇసక బస్తాలు పడవలో పడేసేరుట. దెబ్బతో పడవలు మరి పెంటకోట రావడం మానేసేయిట. తరువాత ఒడ్డున ఉండి పడవలకి దారి చూపే దీపస్తంభం, దక్షత లేక, కూలిపోయిందిట. ఈ కథలో నిజం పాలు ఎంతో నాకు తెలియదు కాని, బియ్యంలోనూ, పప్పులలోనూ రాళ్లు కలిపే పద్ధతి కూడ మా ఊళ్లోనే కనిపెట్టేరని పెంటకోట దీపపు స్తంభం కథ చెప్పిన ఆసామీయే చెప్పేడు. ఏది ఏమైతేనేమి, పెంటకోటలో విరిగి పడిపోయిన దీపస్తంభం మా ఊరి వర్తకుల నిజాయతీకి ఒక స్మారక స్తంభంగా నిలచింది.

ఇప్పుడు నీలిమందు కుండీల కథ చెబుతాను. కథాకాలం ఎప్పుడో గాంధీ గారు దక్షిణ ఆఫ్రికా నుండి భారత దేశం వచ్చిన కొత్త రోజులు. నీలి మందు ఒక రంజన ద్రవ్యం (dye). బట్టలు ఉతికినప్పుడు వాటికి తెల్లటి తెలుపు రావడానికి, చాకలి సోడాలో ఒక్క రవ నీలిమందు కలుపుతారు. నీలిమందుని అద్దకాలలో కూడ విరివిగా వాడతారు. పూర్వపు రోజుల్లో మేలు

జాతి నీలి రంగు కావాలంటే నీలిమందు తప్ప మరొక మార్గం ఉండేది కాదు. అజంతా గుహలలో గోడల మీద ఉన్న చిత్రాలలో నీలి రంగు ఈ నీలిమందు రంగే!

ఈ నీలిమందుని నీలి మొక్కలనుండి చేసే పద్ధతి పూర్వం మన భారతీయులకి తప్ప మరెవ్వరికీ తెలియదు. అంతే కాకుండా నీలి మొక్క నుండి నీలిమందుని వెలికి తియ్యడం అనేది చాల శ్రమతో కూడిన పని, అపరిశుభ్రమైన పని. అందుకని ప్రపంచం అంతా నీలిమందు కోసం భారత దేశం మీదనే ఆధార పడేది. బ్రిటిష్ వాళ్లు మన దేశంలో ఉన్నప్పుడు నీలి మొక్కలని పెద్ద పంటగా పెంచి, మన దేశంలో చవగ్గా దొరికే కూలి వాళ్ల చేత పెట్టి చాకిరీ చేయించి, ఆ నీలిమందుని ప్రపంచం అంతా అమ్మి ధనవంతులయారు. సా. శ. 1859 లో, బిహారులో, చంపారన్ దగ్గర జరిగిన కర్షక విప్లవానికి, గాంధీజీ అక్కడకి వెళ్ళడానికి ఈ నీలిమందు కామందుల అత్యాచారాలే కారణం.

నీలిమందుని ఇంగ్లీషులో "ఇండిగో" (indigo) అంటారు; అంటే, ఇండియా నుండి వచ్చిన పదార్థం అని గ్రీకులోను, లేటిన్‌లోనూ అర్థం వస్తుంది. సంస్కృతంలో నీలి రంగుని "నీల్" అంటారని మనందరికి తెలుసు. ఈ మాట అరబ్బీలోకి వెళ్లి "అల్-నీల్" అయింది. అందులోంచే ఇంగ్లీషు మాట "అనిలిన్" (aniline) వచ్చి అది నీలి రంగుకి మారు పేరుగా చలామణీ అయింది.

నీలిమందు లాంటి పదార్థాలని ఇంగ్లీషులో "నేచురల్ ప్రోడక్ట్స్" (natural products) అంటారు. అంటే ప్రకృతి సిద్ధంగా లభ్యమయే రసాయనాలు. రసాయనశాస్త్రం బలం పుంజుకోని రోజుల్లో మనం రోజు వాడుకునే పదార్థాలన్నీ ఈ జాతివే. ఉదాహరణకి నల్లమందు (opium),

కర్పూరం (camphor), కస్తూరి (musk), సింకోనా చెట్టునుండి తీసే క్వినయిన్ (quinine), సర్పగంధి అనే మూలిక నుండి తీసే రెసర్పీన్ (reserpine), మొదలైనవన్నీ ఈ జాతి ప్రకృతి సిద్ధాలే.

ప్రకృతి సిద్ధమైన పదార్థాలతో కొన్ని చిక్కులు ఉన్నాయి. ఇవి అన్ని దేశాలలోను సమృద్ధిగా దొరకవు. ఉదాహరణకి రబ్బరు చెట్లు కొన్ని ఉష్ణమండలాలలోనే పెరుగుతాయి. మలేరియా మీద రామబాణంలా పనిచేసే క్వినయిన్ వంటి పదార్థాల వాడకం ఎక్కువ, పంట తక్కువ. ప్రకృతి సిద్ధంగా దొరికే నల్లమందు మేలు కంటె కీడు ఎక్కువ చేస్తుంది, కాని అందులోంచి వెలికి తీసిన మోర్ఫీన్ (morphine) నొప్పిని తగ్గించడంలో గొప్ప మందు. మన శరీరంలో పృక్వకము (pancreas) అనే గ్రంధి తయారుచేసే ఇన్సులిన్ అనే రసాయనం రక్తంలోని గ్లూకోజు మట్టాన్ని అదుపులో పెడుతుంది. ఈ ఇన్సులిన్ మన శరీరంలో కావలసిన మోతాదులో తయారు కాకపోయినా, పృక్వకము తయారు చేసినదానిని శరీరం ఉపయోగించుకోలేకపోయినా మధుమూత్రం (diabetes) అనే వ్యాధి వస్తుంది. ఈ వ్యాధిని నయం చెయ్యడానికి ఇన్సులిన్ ని సూదిమందులా శరీరంలోకి ఎక్కిస్తారు. ఈ సూదిమందు ఇన్సులిన్ ఎక్కడనుండి వస్తుంది? ఆరోగ్యంగా ఉన్న జంతువులని (పందులని) వందలకొద్దీ చంపి, వాటి పృక్వకాలలో ఉన్న ఇన్సులిన్‌ని సేకరించి, శుద్ధి చేసి వాడతారు. ప్రపంచ జనాభాలో నాలుగింట ముగ్గురికి మధుమూత్రం ఉన్న ఈ రోజుల్లో ఎన్ని జంతువులని చంపితే సరిపడా మందు దొరుకుతుంది? కనుక ఈ రోజుల్లో ఇన్సులిన్‌ని కృత్రిమంగా ప్రయోగశాలలో చెయ్యడం నేర్చుకున్నాం.

ఇదే ధోరణిలో ఆలోచించి లక్షిందేవి చెరువు గట్టున ఉన్న నీలిమందు కుండీల వ్యవస్థకి స్వస్తి వాచకం పలికేడు ఒక జెర్మనీ దేశపు శాస్త్రవేత్త. “ఇండియా వంటి దరిద్రగొట్టు దేశం మీద జెర్మనీ

వంటి దేశం ఆధారపడడమా? నీలిమందు కోసం! ఛప్!" అనుకుని ఉంటాడు. యోహాన్ ఫ్రీడ్రిక్ విల్‌హెలం ఏడాల్ఫ్ వాన్ బేయర్ (Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Baeyer, October 31, 1835 – August 20, 1917) 1880 లో నీలిమొక్కల సహాయం లేకుండా, ప్రయోగశాలలో నీలిమందుని తయారు చేసేడు. ఈ రకంగా ప్రకృతిసిద్ధమైన రసాయనాలని ప్రయోగశాలలో సృష్టించే పద్ధతిని తెలుగులో "సంధాన రసాయనం" (synthetic chemistry) అంటారు. ఇలా సంధాన రసాయనానికి శ్రీకారం చుట్టిన బేయర్ కి 1905 లో నోబెల్ బహుమానం ఇచ్చేరు.

ఇలా కృత్రిమంగా, ప్రయోగశాలలో నీలిమందు చెయ్యడం తెలిసిన తరువాత భారతదేశంలో తయారయే నీలిమందుకి గిరాకీ పడిపోయింది. నీలిమందుని కొనే వాళ్లు లేకపోవడంతో బ్రిటిష్ భూస్వాములకి ఆదాయం పడిపోయింది. కాని వాళ్లు జెలగల్లా రైతులని పట్టుకుని శిస్తు కట్టమని పేధించేవారు. ఇదే చంపారన్‌లో రైతుల తిరుగుబాటుకి కారణం అయింది. గాంధీ ఆ రైతుల తరఫున బ్రిటిష్ వారితో పోరాడడం ఆయన ఆఫ్రికా నుండి ఇండియా వచ్చిన తరువాత మొట్టమొదట చేపట్టిన కార్యక్రమం. ఆ తరువాత నీలిమందు పరిశ్రమ పడిపోవడం, నీలిమందు చేసే కర్మాగారాలు మూతపడి, పాడుపడి, శిధిలాలయి, నా చిన్నతనంలో ఆటస్థలాలుగా మారడం జరిగింది.

ఇంగ్లీషులో "సింథసిస్" (synthesis) అంటే సంధించడం, కూర్చడం, నిర్మించడం, సంశ్లేషించడం వంటి అర్థాలు ఉన్నాయి. ఇంగ్లీషులో "ఎనాలిసిస్" (analysis) అంటే విడదీయడం, విరగ్గొట్టడం, విశ్లేషించడం వంటి వ్యతిరేక అర్థాలు ఉన్నాయి. ఇంతవరకు మనం కేవలం విశ్లేషణ చేసి ఒక రసాయనంలో ఏయే మూలకాలు ఉన్నాయో, వాటి సాంఖ్యక్రమం

ఏమిటో, వాటి నిర్మాణక్రమం ఏమిటో, వగైరా విషయాలని అభ్యసించేము. ఇదే సమయంలో మొదటి సారి అణువులని మనకి కావలసిన విధంగా ఏర్చి, కూర్చి, పేర్చి, ఒక బణువుని నిర్మించడం కూడ జరిగింది. సృష్టికి ప్రతిసృష్టి చెయ్యడం జరిగింది. అపౌరుషేయాలు అంటే, పురుషునిచే సృష్టించబడ్డవి కావు అని అర్థం, కనుక ప్రకృతిలో స్వతస్సిద్ధంగా దొరికేవి. మానవుడిచే సృష్టించబడ్డవాటిని “పౌరుషేయాలు” అనవచ్చు. కనుక సంధాన రసాయనాన్ని కావలిస్తే “పౌరుష రసాయనం” అని కూడ అనొచ్చు.

సంధాన రసాయనం యొక్క నియమాలు అవగాహనలోకి రాగానే సృష్టికి ప్రతిసృష్టి చెయ్యడంతో సంతృప్తి పడలేదు, మానవుడు. సృష్టిని మించిన సృష్టి చేస్తానన్నాడు. ఉదాహరణకి మార్ఫీను వాడడం మొదలుపెడితే అదొక వ్యసనంలా మారిపోతుంది. ఈ వ్యసనపు లక్షణాలు లేకుండా, మార్ఫీనులా నొప్పిని తగ్గించగలిగే మందు దొరికితే ఎంత బాగుంటుంది? ఈ రకం మందు కోసం ఇంకా వేట కొనసాగుతూనే ఉంది.

11. చక్కెరలతో గోడలు, గొలుసులు

సంధాన రసాయనమన్నా, పౌరుష రసాయనమన్నా బొమ్మిటికలతో (toy bricks) బొమ్మరిళ్లు, భవనాలు కట్టడం లాంటి పని. ఈ రోజుల్లో బొమ్మిటికలు రకరకాల ఆకారాలలో, అనేక రంగులతో, విలక్షణమయిన వెసులుబాట్లతో దొరుకుతున్నాయి. వీటిని ఉపయోగించి పిల్లలు భవనాలు, వంతెనలు, విమానాలు, వగైరా కట్టి ఆడుకుంటూ ఉంటారు.

బొమ్మిటికలలాగే బణువులు కూడ రకరకాల పరిమాణాల్లో, రకరకాల ఆకారాల్లో ఉంటాయి. బొమ్మిటికలని పేర్చి భవనాలు కట్టినట్లే ఈ బణువులని పేర్చి అనేక రకాల రసాయనాలు తయారు చెయ్యవచ్చు. నూతిని కట్టించాలన్నా, గుడిని కట్టించాలన్నా, మేడని కట్టించాలన్నా వాడే ముడి పదార్థాలు సర్వసాధారణంగా ఒకటే: రాళ్లు, ఇటికలు, సున్నం, కలప, మేకులు, వగైరాలు. కట్టడం క్లిష్టం అయినంత మాత్రాన ముడి పదార్థాలు క్లిష్టం అవాలని ఏముంది? ప్రాణిని సృష్టించినప్పుడు భగవంతుడనే శక్తి యొక్క అదృశ్య హస్తం ఈ సృష్టి రహాశ్యం ఉపయోగించుకుని ఉండుండాలి. “హస్తి మశకాంతరం” అనే నానుడి స్థూల దృష్టికి మాత్రమే. సూక్ష్మ రూపంలో ఏనుగుకి, దోమకి ఏమీ తేడా లేదు, నరుడికి వానరుడికీ మధ్య తేడా కూడ బహు స్వల్పం.

శరీరాంగాలన్నీ పూసల దండల వంటివి, లేదా ఇటికల గోడ లాంటివి. ప్రతి బణువుని ఒక పూసలా కాని, ఒక ఇటికలా కాని భావిస్తే మన శరీరాలలోని బృహత్ బణువులని, అవయవాలని ఈ పూసలతో కట్టిన దండలు గానో, ఇటికలతో కట్టిన గోడలుగానో

ఊహించుకోవచ్చు. ఈ పూసల నమూనా, ఇటికల నమూనా మార్చి, మార్చి అవసర రీత్యా వాడతాను.

పిండి కొద్దీ రొట్టె అన్నట్లు ఎన్ని పూసలు వాడితే అంత పెద్ద దండ వస్తుంది. పూసలని దండలా గుచ్చడం అంటే బణువులని తీసుకుని వాటిని ఒకదానితో మరొకదానిని సంధించడం. ఈ ప్రక్రియని "బణు సంధాన ప్రక్రియ" (condensation reaction) అందాం. ఇంగ్లీషులో "కండెన్సేషన్" అంటే చెమర్చడం. మరుగుతూన్న నీటి పాత్ర ఎదురుగా చల్లటి అద్దం పెడితే ఆవిరి అద్దానికి తగిలినప్పుడు అద్దం చెమర్చుతుంది. అంటే అద్దానికి చెమట పట్టిందన్నమాట. ఇదే విధంగా రెండు సేంద్రియ బణువులని (organic molecules) సంధించినప్పుడు, ఆ ప్రక్రియ నీటిని చెమర్చుతుంది. చిన్న ఉదాహరణ ఇస్తాను. రెండు గ్లూకోజు బణువులని సంధించినప్పుడు మనకి ఒక మాల్టోజు (Maltose) బణువు, ఒక నీటి బణువు వస్తాయి. ఈ దిగువ రసాయన సమీకరణం చూడండి. బాణానికి ఎడం పక్క రెండు గ్లూకోజు బణువులు ఉన్నాయి. కుడి పక్క ఒక్క మాల్టోజు బణువు, ఒక నీటి బణువు ఉన్నాయి.

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \text{ --> } C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

గ్లూకోజు + గ్లూకోజు → మాల్టోజు + నీరు

ఈ సంధి ప్రక్రియకి ఒక ఉపమానం చెబుతాను. రెండు ఇటికలని అతకవలసి వచ్చినప్పుడు, తాపీ మేస్త్రి అతకవలసిన చోట ఇటికలని తాపీతో గోకి, అక్కడ బెందడో, సున్నమో, సిమెంటో

వేసి అతుకుతాడు. అక్కడ గోకగా కిందికి రాలిన ఇటికల గుండకీ ఇక్కడ నీటి బణువుకీ సామ్యం చెప్పుకోవచ్చు.

బణుసంధానం అనే ప్రక్రియని తిరగబెట్టవచ్చు. అంటే, ఒక పెద్ద బణువుని రెండు చిన్న బణువులుగా విడగొట్ట దలుచుకున్నప్పుడు ఆ పెద్ద బణువుని నీటిలో వేస్తే అది నీటిని పీల్చుకుని, సంధి స్థానాన్ని ఒదులు చేసి రెండు చిన్న బణువులని ఇస్తుంది. ఈ ప్రక్రియని ఇంగ్లీషులో “హైడ్రాలసిస్” (hydrolysis = hydro + analysis) అంటారు. అంటే, గ్రీకు భాషలో “నీటితో ఒదులు చెయ్యడం” అని అర్థం. దీనిని తెలుగులో “జలఛేదనం” అని కాని “జలభేదనం” (పంచతంత్రంలో మిత్రభేదం లా) అనవచ్చు. తెలుగులో చెప్పుకోవాలంటే "నానబెట్టడం." బార్లీ, శనగలు వంటి దినుసులని నీటిలో నానబెట్టినప్పుడు మొలకలు వస్తాయి కదా. ఆ మొలకలని ఇంగ్లీషులో "మాల్ట్" (malt) అంటారు. ఈ మాల్ట్ నుండి తీసిన చక్కెరని 'మాల్టోజు" అంటారు. చెప్పొచ్చేదేమిటంటే బణు సంధానంలో చిన్న చిన్న బణువులని కూర్చి పెద్ద బణువులని నిర్మిస్తాము. జలఛేదనంలో పెద్ద పెద్ద బణువులని విడగొట్టి చిన్నవిగా చేస్తాము.

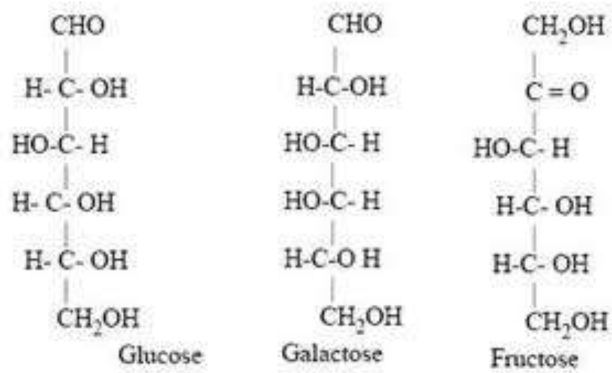
సా. శ. 1812 లో కిర్కాఫ్ (Kirchhoff) అనే రష్యా దేశపు శాస్త్రవేత్త పిండి, గంజి వంటి పిండి పదార్థాల మీద ఈ జలఛేదనం అనే అస్త్రాన్ని ప్రయోగించేరు. పిండి పదార్థం (starch) కట్టడి ఎలా ఉంటుందో కనుక్కోవాలని ఆయన అభిలాష. గిలాబీ చేసిన గోడని ఎలా కట్టేరో తెలుసుకోవాలంటే గోడని పడగొట్టి, ఏ ఇటికకి ఆ ఇటికని విడదీసి, విరగ్గొట్టి చూడాలి కదా. అదే విధంగా పిండి పదార్థాల మీద దండయాత్ర జరిగింది. గంజిని నిమ్మరసం వంటి ఒక ఆమ్లంలో వేసి ఉడికించేరాయన. ఈ వంట ద్వారా ఒక రకం చక్కెర లభించింది. ఈ చక్కెర, ద్రాక్ష రసంలో

ఉండే చక్కెర ఒక్కటే అని పోల్చేరు కిర్కాఫ్. ద్రాక్షలో ఉన్న చక్కెరని ఇంగ్లీషులో గ్లూకోజు అంటారు. కనుక పిండి పదార్థాలలో గ్లూకోజు అనే చక్కెర ఉందని తేలింది. మన ఉపమానం ప్రకారం పిండి అనే గోడని గ్లూకోజు అనే ఇటికలతో కట్టేరన్నమాట!

దరిమిలా, 1819 లో, ఫ్రాంసులో, హెన్రీ బ్రకోనాట్ (Braconott, May 29, 1780 - January 15, 1855) అనే శాస్త్రవేత్త రంపపు పొట్టు, కర్రలు, బెరడు, వంటి పదార్థాలని రకరకాల ఆమ్లాలలో వేసి, ఉడకబెట్టి, తెల్లటి చక్కెరని ఒకదానిని వెలికి తీశారు. ఈ చక్కెరని విశ్లేషించి చూస్తే ఇది కూడా గ్లూకోజు చక్కెరే అని తేలింది. దీనిని బట్టి కర్ర అనే గోడ కూడ గ్లూకోజు అనే ఇటికలతోటే కట్టబడిందని తెలిపోయింది.

అంటే ఏమిటన్నమాట? కర్ర అనే "గోడ"ని నిర్మించాలన్నా, పిండి అనే "గోడ"ని నిర్మించాలన్నా గ్లూకోజు అనే "ఇటికలు" వాడాలి; గ్లూకోజు ఒక కట్టురాయి (కట్రాయి అంటే కట్టడానికి ఉపయోగించే రాయి అన్న వాడుక తెలుగులో ఉంది). "బ్రిక్" (brick) అన్న ఇంగ్లీషు మాటకి దీనిని సమానార్థకంగా వాడుకోవచ్చు. గోడకి ఇటిక ఎలాంటిదో జీవపదార్థానికి గ్లూకోజు అటువంటిదేనా అన్న అనుమానం రావడం మొదలు పెట్టింది. కనుక గ్లూకోజు గురించి మరి కొంచెం విషయ సేకరణ చెయ్యవలసిన అవసరం ఎంతైనా ఉంది. ఈ సందర్భంలోనే ఎమిల్ ఫిషర్ (Hermann Emil Louis Fischer, 9 October 1852 – 15 July 1919) అనే జెర్మనీ దేశపు రసాయన శాస్త్రవేత్త గ్లూకోజు జాతి చక్కెరల నిర్మాణ క్రమం కనుక్కున్నారు. గ్లూకోజు సాంఖ్య క్రమం C6H12O6 అని తెలుసుకుని, ఈ 24 అణువులనీ రకరకాలుగా అమర్చి చూసేరు, ఫిషర్. లెక్క వేసి చూస్తే ఇటువంటి అమరికలు 16 ఉన్నాయని తెలిసింది. ఇదేమీ బ్రహ్మవిద్య కాదు; ఓపిక ఉంటే పాఠకులే లెక్కవేసి గ్రహించగలరు. ఈ పదహారింటిలో కొన్నే

సహజసిద్ధంగా ప్రకృతిలో దొరుకుతాయి; మిగిలినవాటిని ప్రయోగశాలలో చెయ్యవచ్చు. ఫిషర్ పరిశోధన చేసిన మూడు రకాల చక్కెరల (గ్లూకోజు, గేలక్టోజు, ఫ్రుక్టోజు) నిర్మాణ క్రమాలు బొమ్మ 11.1 లో చూడవచ్చు.



బొమ్మ 11.1 గ్లూకోజు, గేలక్టోజు, ఫ్రుక్టోజు నిర్మాణక్రమాలు

ఈ రకం బొమ్మలని బారు నిర్మాణక్రమాలు (linear structural formulas) అంటారు. ఇదే విషయాన్ని చక్రాల రూపంలో కూడ చూపవచ్చు కాని ఈ బారు రకం బొమ్మలు అర్థం చేసుకోవడం తేలిక.

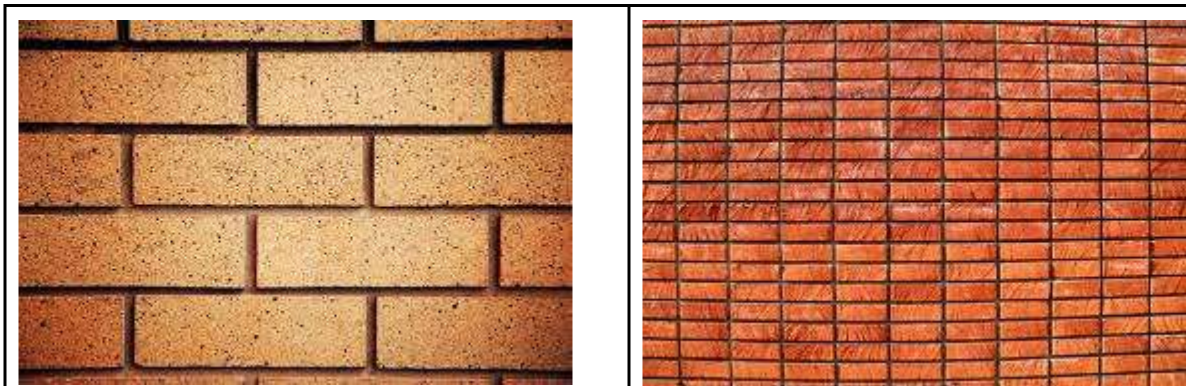
ఈ బారు నిర్మాణక్రమాలని ఒకదానితో మరొకటి పోల్చి చూడండి. ఈ మూడింటికి పోలికలు ఎక్కువ, తేడాలు బహు తక్కువ. ఇప్పుడు గ్లూకోజునీ, ఫ్రుక్టోజునీ రెండు ఇటికలు గానూ, నీరు (H2O) ని సున్నం గానూ ఊహించుకుని, బణు సంధానం చెయ్యవచ్చు. అలా సంధించగా వచ్చిన పదార్థం పేరు సుక్రోజ (sucrose). మనం కాఫీ, టీ లలో వేసుకునే పంచదార ఈ సుక్రోజే. ఇదే విధంగా గ్లూకోజుని గేలక్టోజునీ సంధించగా వచ్చే చక్కెరని లేక్టోజు

(lactose) అంటారు. ఒక్క పాలల్లో తప్ప ప్రకృతిలో ఈ లేక్టోజు మరెక్కడా దొరకదు. రెండేసి ప్రాథమిక చక్కెరలని సంధించగా వచ్చినవి కనుక సుక్రోజునీ, లేక్టోజునీ జంట చక్కెరలు (disaccharides) అంటారు. ఇందాకా ప్రస్తావించిన మాల్టోజు కూడ జంట చక్కెరే! ఇటువంటి జంట చక్కెరలు ఇంకా ఉన్నాయి.

చక్కెరలు శక్తి జనకాలు. పూర్వకాలపు రైలు ఇంజనుకి బొగ్గు ఎలాంటిదో, కారుకి పెట్రోలు ఎలాంటిదో మన శరీరానికి ఈ చక్కెరలు అలాంటివి. ఈ శక్తిని శరీరానికి సరఫరా చెయ్యాలంటే మనం పంచదార దోసిళ్లతో బుక్క వలసిన పని లేదు. కర్బనోదకాలు (carbohydrates) ఏవి తిన్నా మనకి ఈ శక్తి లభిస్తుంది. ఉదాహరణకి బియ్యం, దుంపలు, వగైరాలలో కర్బనోదకాలు కొల్లలు. ఇవి జీర్ణం అయి, గ్లూకోజుగా మారి రక్తంలో కలుస్తాయి. బియ్యం, దుంపలు మొదలైన పిండి పదార్థాలలో రెండు కంటె ఎక్కువ ప్రాథమిక చక్కెరలు ఉంటాయి. ఈ విషయాన్ని గుర్తిస్తూ పిండి జాతి పదార్థాలని బహుచక్కెరలు (polysaccharides) అని కూడ అంటారు.

కర్బనోదకాల పరిశోధనలో సామాన్యుడికీ, శాస్త్రజ్ఞుడికీ కూడ అగమ్యగోచరంగా ఉండిపోయిన సమస్య ఒకటి ఉంది. కర్రలోనూ, పిండిలోనూ ఉన్నది గ్లూకోజే అయినప్పుడు పిండిని తింటే అరుగుతుంది కాని కర్రని తింటే ఎందుకు అరగదు? అంటే పిండిలో ఉన్న పిండి పదార్థానికి, కర్రలో ఉన్న పిప్పి పదార్థానికీ మధ్య మౌలికమైన తేడా ఉండి ఉండాలి. మన కడుపులో ఉన్న జీర్ణరసాలు పిండి అనే గోడని పడగొట్టి, అందులో ఉన్న గ్లూకోజుని మన రక్తప్రవాహానికి అందిస్తాయి కాని పిప్పి అనే గోడని పడగొట్టి అందులో ఉన్న గ్లూకోజు "ఇటికలని" విడదీసి ఇవ్వలేవు. అంటే గ్లూకోజు ఇటికలతో కట్టిన "పిండి గోడ"కి, అదే గ్లూకోజు ఇటికలతో కట్టిన "కర్ర గోడ"కి మధ్య ఏదో తేడా ఉందన్న మాట. ఈ తేడా అర్థం అవాలంటే ఈ దిగువ (బొమ్మ 11.2)

చూపిన రెండు ఇటిక గోడలలో ఉన్న ఇటికల వరసలలో ఉన్న సరసం చూడండి. ఇటికలు పేర్చిన తీరుని బట్టి గోడ బలం మారుతుందని నేను వివరించి చెప్పక్కరలేదు కదా!



బొమ్మ 11.2 రెండు రకాల ఇటిక గోడలు. ఎడం పక్కన ఉన్నది దిట్టంగా ఉంటుంది. కుడి పక్క ఉన్నది దిట్టంగా ఉండదు.

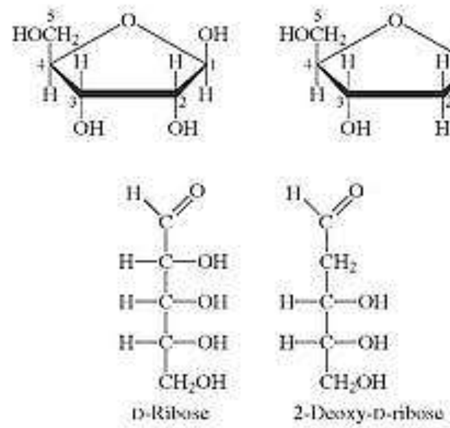
మరయితే పశువులు గడ్డిని ఎలా అరాయించుకుంటున్నాయి? చెద పురుగులు కర్రలని తిని ఎలా బతుకుతున్నాయి? పశువుల జీర్ణరసాలు, చెదపురుగుల జీర్ణరసాలు మానవుల జీర్ణ రసాల కంటె శక్తిమంతమైనవేమో? ఆది కాదని తేలింది! అసలు కారణం ఏమిటంటే ఈ జంతువుల పేగులలో ఒక రకమైన సూక్ష్మజీవులు ఉంటాయి. ఆ సూక్ష్మజీవులు కర్రలని, గడ్డిని జీర్ణం చేసి, తమకి కావలసిన గ్లూకోజుని బక్షించి, మిగిలిన దానిని అభ్యాగతికి వదలిపెడతాయి. ఇక్కడ పశువుల అవసరం సూక్ష్మజీవులకి ఉంది, సూక్ష్మజీవుల అవసరం పశువులకి ఉంది. ఈ పరిస్థితిని “పరస్పర మైత్రి” (symbiosis) అంటారు.

11.1 రైబోజు చక్కెర

గ్లూకోజు, ఫ్రక్టోజు, గేలక్టోజు వంటి చక్కెరల నిర్మాణక్రమం తెలుసుకోగానే ఫిషర్ సంతృప్తి పడి ఊరుకోలేదు. ఈ మూడు చక్కెరల బణువులలోను ఆరేసి కర్బనం అణువులు ఉన్నాయి కదా. అందుకని వీటికి హెక్సోజులు (తెలుగులో షడోజులు) అని పేరు పెట్టి, ఆరుకి బదులు అయిదే కర్బనం అణువులు ఉంటే ఎటువంటి చక్కెరలు లభిస్తాయో అని ఫిషర్ ఆలోచించడం మొదలుపెట్టేరు. అందుకని అయిదేసి కర్బనం అణువులనే వాడి, గ్లూకోజుని పోలిన రెండు కొత్త చక్కెరలు ఆయన ప్రయోగశాలలో తయారు చేసేరు. ఫిషర్ ఎరికలో ఈ రెండు చక్కెరలు ప్రకృతిలో ఎక్కడా లభ్యం కాలేదు. ఈ కొత్త చక్కెరలని ఏమి చెయ్యాలో ఆయనకి అర్థం కాలేదు. అందుకని వాటికి రెండు పేర్లు పెట్టి వదిలేసేరాయన. ఏమి పేర్లు పెట్టేరు?

ఆఫ్రికా, అరేబియా ప్రాంతాలలో "అకేసియా" జాతి చెట్ల నుండి తుమ్మ జిగురుని పోలిన బంక ఒకటి స్రవిస్తుంది. దీనిని ఇంగ్లీషులో "గం అరబిక్" (Gum Arabic) అంటారు. ఈ చెట్లు మూడొంతులు గుగ్గిలం, సాంబ్రాణి జాతి చెట్లు అయి ఉండొచ్చు. ఈ బంకకి బహు ప్రయోజనాలు ఉన్నాయి. చెట్టు నుండి స్రవించిన రసమే కనుక ఇందులో కూడ ఒక రకం చక్కెర ఉంది. ఈ చక్కెరని ఇంగ్లీషులో "అరబినోజు" (arabinose) అనేవారు. (అరేబియాకి చెందిన చక్కెర అని అర్థం వచ్చేలా కాబోలు.) ఇది జెర్మనీ భాషలోకి వచ్చి "రైబన్సోర్" (Ribonsaure) అయింది. ఈ మూలం నుండి రైబోజు (ribose) అనే మాట పుట్టింది. ఈ పదప్రవర ప్రకారం ఫిషర్ తను కనుక్కున్న ఒక చక్కెరకి "రైబోజు చక్కెర" అనిన్నీ, రెండవదానికి "డీఆక్సీరైబోజు చక్కెర" (deoxyribose sugar) అనిన్నీ పేర్లు పెట్టి, వాటి నిర్మాణక్రమం నిర్ధారించి, మరి వాటి గొడవ పట్టించుకోకుండా వదిలేసేరాయన. ఈ రెండు

చక్కెరల నిర్మాణక్రమాలు బొమ్మ 11.3 లో చూపుతున్నాను. ఈ బొమ్మలో దిగువన ఉన్న అమరికలు మనకి అలవాటయిన బారు నిర్మాణక్రమాలు, ఎగువన పంచభుజి ఆకారంలో ఉన్నవి పాఠ్య పుస్తకాలలోనూ, పరిశోధనా పాత్రలలోనూ కనిపిస్తూ ఉంటాయి. మన అవసరాలకి బారుగా ఉన్న బొమ్మలు సరిపోతాయి.



బొమ్మ 11.3 దక్షిణ రైబోజు చక్కెర, డిఆక్సీ దక్షిణరైబోజు చక్కెర నిర్మాణక్రమాలు. (ఈ బొమ్మలో D అంటే దక్షిణ, లేదా కుడి చేతి వాటం ఉన్న, అని అర్థం.)

ఈ రెండు నిర్మాణ క్రమాలని ఒకదానితో మరొకదానిని పోల్చుతూ ఒక సారి, గ్లూకోజు నిర్మాణక్రమంతో పోల్చుతూ మరొక సారి పరిశీలించి చూడండి. పోలికలు కొట్టొచ్చినట్లు కనిపిస్తున్నాయి కదా. అందుకనే పేర్లలో కూడ పోలిక ఉండాలని ఫిషర్ గ్లూకోజు, లేక్టోజు, సుక్రోజు, బాణీలోనే ఈ కొత్త చక్కెరలకి రైబోజు, డీఆక్సీరైబోజు అని పేర్లు పెట్టేరు. రైబోజు అన్న పేరు ఎలా వచ్చిందో చదువుకున్నాం కదా. ఇక "డీఆక్సి" ఎక్కడనుండి వచ్చింది? రైబోజులో అయిదు ఆమ్లజని అణువులు ఉంటే, డీఆక్సీరైబోజులో ఒక ఆమ్లజని అణువు తక్కువ ఉంది.

“డిఆక్సి” అంటే “ఒక ఆమ్లజని తక్కువగా ఉన్న” అని అర్థం. మా పెద్ద తెలుగు మేష్టారు “నెలతక్కువ వెధవా” అని తిట్టేవారు – మరీ చిలిపిగా ప్రవర్తిస్తే. అదే విధంగా ఒక ఆమ్లజని తక్కువ అయిన రైబోజు చక్కెర కనుక “డీఆక్సీరైబోజు” అన్న పేరు వచ్చింది.

ఈ రెండు చక్కెరలు జీవనరహస్యాన్ని బట్టబయలు చెయ్యడంలో కీలకమైన పాత్ర వహిస్తాయన్న విషయం అవగాహన అయే లోగానే ఫిషర్ కన్ను మూసేరు.

మూడవ భాగం: ప్రాణ్యములు

12. నవామ్లములు - 1

కర్బన రసాయనం (carbon chemistry) కీ జీవ రసాయనం (biochemistry) కీ దరిదాపుగా ఒకే సమయంలో పునాదులు పడ్డాయనుకోవచ్చు. వేడి చేస్తే పంచదార వంటి పదార్థాలు బొగ్గయి, తదుపరి బూడిద అవుతాయని తెలుసుకున్న రోజులలోనే మరొక ముఖ్య విషయం బయట పడింది; జీవి నుండి ఉత్పన్నమయే పదార్థాలలో మరొక రకం ప్రవర్తన కనిపించసాగింది.

సర్వసాధారణంగా వేడికి ఘన పదార్థాలు ద్రవ పదార్థాలుగా మారతాయి: మంచు కరిగి నీరవుతుంది, వెన్న కరిగి నెయ్యి అవుతుంది. కాని గుడ్డుని కొట్టి, వేడిగా ఉన్న పెనం మీద వేస్తే అది గట్టి పడి గుడ్డట్టు (omelet) అవుతుంది. రక్తం వేడికి గట్టి పడుతుంది. పాలుని వేడి చెయ్యగా, చెయ్యగా కోవా అవుతుంది. ఇవన్నీ వేడి చేసినప్పుడు కరగడానికి బదులు ఇగిరి పేరుకుపోతున్నాయి. ఈ ప్రవర్తన ప్రదర్శించే పదార్థాలన్నిటికి "సొనలు" అని పేరు పెడదాం – గుడ్డులో సొన మాదిరి. ఈ సొనలనే ఇంగ్లీషులో "ఆల్బుమిన్స్" (albumins) అంటారు.

12.1 ప్రాణ్యములు

ఈ సొనల విలక్షణమైన ప్రవర్తనని అర్థం చేసుకోవాలని శాస్త్రవేత్తలు ఉబలాట పడటం మొదలు పెట్టేరు. సొనల మీద పరిశోధన పుంజుకుంది. చూడగా, చూడగా అన్ని రకాల సొనలలోనూ ఒక రసాయనం పదే పదే కనబడటం మొదలెట్టింది. ఈ పదార్థాన్ని విడదీసి దాని సాంఖ్యక్రమం కనుక్కున్నారు. అది గతంలో ఎప్పుడూ కని, విని, ఎరగని C40H62O12N10

అని నిర్ధారణ అయింది. సొనలన్నిటిలోను కనబడుతూన్న ఈ పదార్థం కర్బనోదకం (carbohydrate) కాదు, కొవ్వు (fat or lipid) కాదు. ఎందుకంటే కర్బనోదకాలలోను, కొవ్వులలోను నత్రజని (Nitrogen) లేదు; సొనలలో నత్రజని ఉంది. అంతే కాదు. సొనలలో కనిపించిన ఈ కొత్త పదార్థపు బణువులు చాల పెద్దవిగా ఉన్నాయి. ఆ రోజులలో ఈ కొత్త పదార్థం యొక్క రూపురేఖలు పరిపూర్ణంగా అర్థం కాలేదు. కాని ఇదేదో చాల ముఖ్యమయిన పాత్ర ధరిస్తూ ఉండి ఉండాలని వారి షష్టేంద్రియం (sixth sense) చెప్పింది. ఇటువంటి పదార్థానికి పాత్రకి తగ్గ మంచి పేరు ఉండాలి అని నిశ్చయించి ఈ పదార్థానికి “ప్రోటీను” (protein) అని పేరు పెట్టమని మన పేర్ల పెద్దయ్య బెర్జీలియస్ సలహా ఇచ్చేరు. గ్రీకు భాషలో “ప్రోటోస్” అంటే “ముఖ్యమయినది” అని అర్థం. ముఖ్యమయినదానిని భారతీయ భాషలలో “ప్రాణం” అంటారు. ఉదాహరణకి భాషకి అచ్చులు ముఖ్యం; అందుకని అచ్చులని ప్రాణములు అని కూడ అంటారు. ఈ మాటని కొద్దిగా సవరించి మనం ఈ కొత్త పదార్థానికి “ప్రాణ్యము” అని పేరు పెడదాం. అనగా, ప్రాణ్యం అన్నా ప్రోటీను అన్నా ఒక్కటే.

కాలక్రమేణా ఈ ప్రాణ్యం మన మనుగడకి చాల ముఖ్యం అని పదే పదే రుజువులు కనిపించడం మొదలెట్టేయి. మనం తినే తిండిలో కర్బనోదకాలు, కొవ్వులు లేకపోయినా పరవాలేదేమో కాని ఈ ప్రాణ్యం లేకపోతే సరి అయిన పోషణ అందదు. ప్రాణ్యములు – కర్బనోదకాలు, కొవ్వులు వలె కర్బనము, ఆమ్లజని, ఉదజని సరఫరా చెయ్యడమే కాకుండా – మన శరీరానికి ఎంతో ముఖ్యంగా కావలసిన నత్రజనిని, గంధకాన్ని, భాస్వరాన్ని కూడ సరఫరా చేస్తాయి. కేవలం కర్బనోదకాలు, కొవ్వులు తింటే ఈ మూడు మూలకాలు – నత్రజని, గంధకము, భాస్వరము – సరఫరా కావు.

ప్రాణ్యముల ప్రాముఖ్యత అర్థం అవడం మొదలయింది కాని వాటి నిర్మాణ శిల్పం, వాటి లోగుట్టు చాల కాలం కొరకరాని కొయ్యలా అవగాహనలోకి రాలేదు. ఈ పరిస్థితికి ముఖ్య కారణం ప్రాణ్యముల నిర్మాణ శిల్పం చాల క్లిష్టమైనది కావడమే. కాలం దొర్లుతూన్న కొద్దీ వృక్ష సంబంధమైన కణోజు (cellulose) కట్టడి అర్థం అవడం మొదలయింది. సౌనల కట్టడిని అర్థం చేసుకుందుకి కణోజు మీద వాడిన అస్త్రాన్నే వాడి చూసేరు. కణోజుని ఆమ్లముతో కలిపి వేడి చేస్తే గ్లూకోజు వచ్చింది కదా. అలాగే సౌనలని ఆమ్లముతో కలిపి వేడి చేస్తే ఏదో ఒకటి బయట పడకపోతుందా అన్న ఆశతో జెలటిన్ (gelatin) అనే పదార్థాన్ని తీసుకుని దానిని ఆమ్లములో వేసి ఉడికించి చూసేరు. (ఈ జెలటిన్ ని తయారు చెయ్యడానికి ఎముకలు, చర్మాలు ఉడకబెడతారు.) ఈ వంట ద్వారా తెల్లని, తియ్యనయిన స్ఫటికాలు కొన్ని బయటపడ్డాయి. రుచికి తియ్యగా ఉన్నా ఇది గ్లూకోజు కాదు. ఆ మాటకొస్తే ఇది ఏ రకం చక్కెర కాదని కూడ తేలిపోయింది. తెల్లనివన్నీ పాలు కావు, తియ్యనివన్నీ చక్కెరలు కావు. ఈ తెల్లని, తియ్యని స్ఫటికాలని విశ్లేషించి చూడగా వాటి నుండి నవజని (ammonia) అనే వాయువు వచ్చింది. ఈ కొత్త రసాయనం ఏమిటి? దీని పేరు ఏమిటి?

12.2 రసాయనాలకి పేర్లు పెట్టడం

తెలుగులో పేర్లు పెట్టడం ఎంత కష్టమో, ఇంగ్లీషులో పెట్టడమూ అంతే కష్టం. అందుకని పేర్లు పెట్టేటప్పుడు ఒక బాణీ ఉంటే బాగుంటుంది. మనం పేరు పెట్టబోయే పదార్థం తెల్లటి, తియ్యటి స్ఫటికాలలా ఉంది కదా. కనుక పేరు వినగానే “తియ్యగా ఉండేది” అనే అర్థం స్ఫురిస్తే బాగుంటుంది. గ్రీకు భాషలో తీపి ని “గ్లక్” అనే ధాతువుతో సూచిస్తారని ఇంతకు ముందు చెప్పుకున్నాం. ఈ స్ఫటికాల నుండి “అమ్మోనియా” (ammonia) అనే వాయువు వచ్చింది

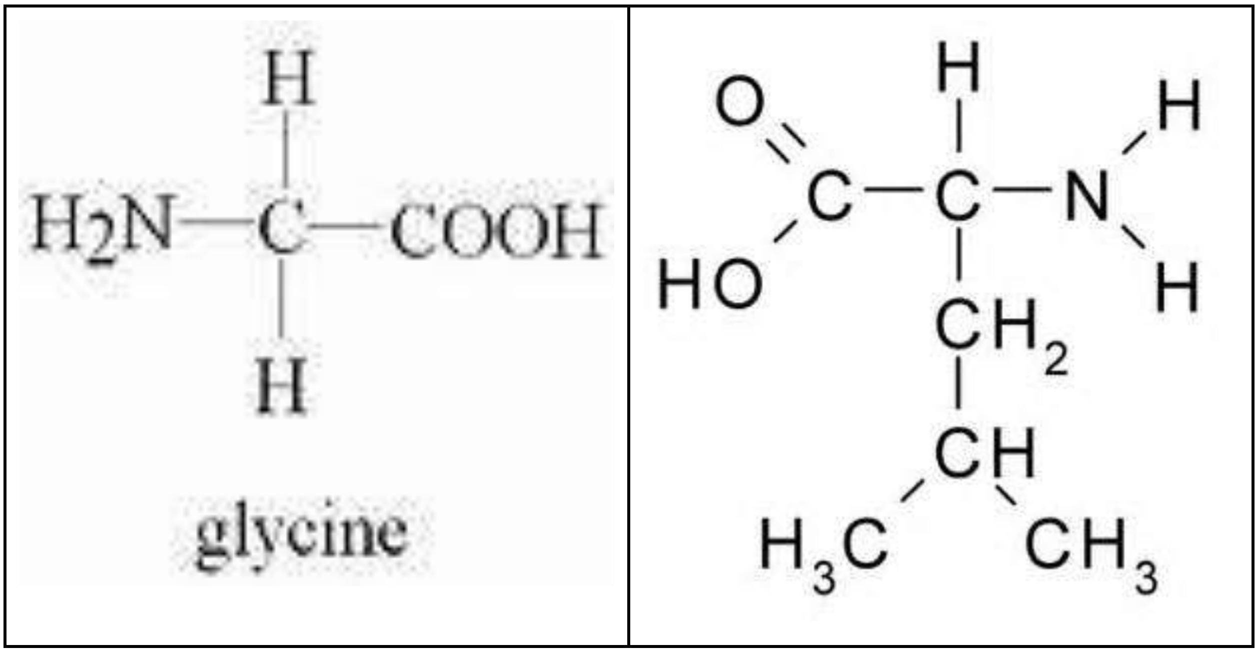
కదా, ఒక అమ్మోనియా బణువులో ఒక నత్రజని అణువు, మూడు ఉదజని అణువులు ఉంటాయి. ఏ పదార్థంలో అయినా నత్రజని ఉంటే ఆ పదార్థం పేరు చివర "-ఈన్" (-ine) అనే తోక ఉండటం సంప్రదాయం. ఈ రకం సంప్రదాయాలు లేకపోతే రసాయనాల కులగోత్రాలు తెలుసుకోవడం కష్టం. కనుక మన తెల్లటి స్పటికాలకి "గ్లయిసీన్" (glycine) అని పేరు పెట్టేరు. మనం తెలుగులో కూడ ఇదే పేరుని వాడదాం.

ఈ సందర్భంలో మనం అమ్మోనియాకి ఒక తెలుగు పేరు పెడదాం. పూర్వం నుండి ఉన్న సంప్రదాయం ప్రకారం, ఉదకం (అంటే, నీరు) నుండి పుట్టినదానికి ఉదజని (hydrogen) అని పేరు పెట్టినట్లే. నవాసారం నుండి పుట్టిన వాయువుకి "నవజని" అని పేరు పెడదాం. (నవాసారం, సున్నం కలిపితే బుసబుస మంటూ బయటకి వచ్చే వాయువే నవజని లేదా అమ్మోనియా.) ఈ నవజని సాంఖ్యక్రమం NH3. అంటే, ఒక నవజని బణువులో ఒక నత్రజని అణువు, మూడు ఉదజని అణువులు ఉన్నాయని కదా అర్థం.

12.3 ప్రాణ్యముల నిర్మాణక్రమంలో బాణీ

గ్లయిసీన్ ఆచూకీ అర్థం అయిన తరువాత – కొద్ది రోజులలోనే – మన బ్రకోనాట్ (ఆయనే, కర్బనోదకాల పరిశోధనలో వచ్చిన ఆసామీయే!) జెలటిన్ కి బదులు మాంసం ముక్కలని ఆమ్లంలో వేసి ఉడికించి చూసేరు. ఆ వంట ద్వారా స్పటికం లాంటి మరొక తెల్లటి పదార్థాన్ని తయారు చేసేరు. ఈ స్పటికాలనుండి కూడా నవజని (అమ్మోనియా) ఉత్పన్నమయింది. అంటే, ఈ స్పటికాలలో కూడ నత్రజని ఉందన్నమాట! కాని ఇది గ్లయిసీన్ కాదని పరీక్షలో తేలిపోయింది. కనుక దీనికి కూడ ఒక కొత్త పేరు పెట్టాలి. ఆ పేరు చివర "-ఈన్" శబ్దం రావాలి.

గ్రీకు భాషలో తెలుపు శబ్దాన్ని తీసుకుని దాని చివర “-ఈన్” తగిలించగా “లూసీన్” (“leucine) వచ్చింది. గ్లయిసీన్ నిర్మాణ క్రమం, లూసీన్ నిర్మాణక్రమం నిర్ధారించేరు. అవి ఈ దిగువ చూపిన బొమ్మలలో లా ఉంటాయి.



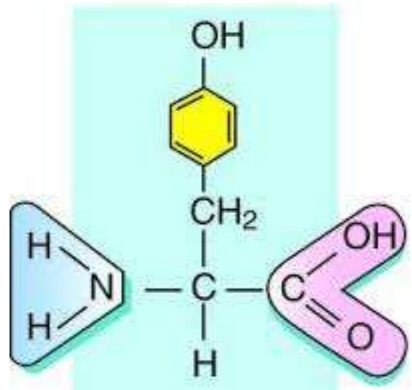
బొమ్మ 12.1 గ్లయిసీన్ (ఎడమ బొమ్మ) లూసీన్ (కుడి బొమ్మ) ల నిర్మాణక్రమాలు.

ఇప్పుడు ఈ బొమ్మని చూస్తూ మరి కొన్ని పేర్లు పెడదాం. మధ్యలో ఉన్న కర్బనం అణువుకి ఎడం పక్క ఉన్న -NH2 ని ఇంగ్లీషులో “ఎమైన్ గుంపు” (amine group) అంటారు. ఇంగ్లీషులో “గ్రూప్” అన్న మాట మనకి పరిచయం అయినదే. ఈ మాటకి బదులు మనం గుంపు, మూక, ముఠా, సమూహం, అంశ అనే మాటలలో ఏదో ఒకటి వాడొచ్చు. పోతే, మిగిలినది “ఎమైన్” అన్న మాట. ఇది “అమ్మోనియా” అనే నామవాచకం నుండి వచ్చిన విశేషణం. అమ్మోనియాని “నవజని” అని ఇందాకానే తెలిగించేం. ఇందులోని “నవ”

ధాతువుని తీసుకుని దానికి "అంశ" ని చేర్చి "నవాంశ" అనే మాటని తయారు చేసి, "ఎమైన్ గ్రూప్" ని "నవాంశ" అని తెలిగిద్దాం. (జాతకాలలో వచ్చే "నవాంశ" వేరు.)

ఇప్పుడు కర్బనపు అణువు కుడి వైపున ఉన్న -COOH అనే గుంపు వైపు దృష్టి సారిద్దాం. ఈ -COOH ని ఇంగ్లీషులో "కార్బాక్సిల్ గ్రూప్" (carboxyl group) అంటారు. ఈ గుంపు ఏ పదార్థంలో ఉంటే దానికి కొద్దో, గొప్పో ఆమ్ల లక్షణాలు ఉంటాయి. పుల్లగా ఉన్నవాటిని "పులుసు" అన్నట్లే ఈ గుంపు ఉన్న పదార్థాల పేర్ల చివర "ఆమ్లము" అనే తోక తగిలించడం రివాజు. ఈ తర్కం ప్రకారం గ్లయిసీను, లూసీను ఒక రకమైన ఆమ్లములు అన్నమాట! ఈ రెండింటిలోనూ "ఎమీనో గ్రూప్" (లేదా, తెలుగులో నవాంశ) ఉంది కనుక వీటిని ఇంగ్లీషులో "ఎమీనో ఏసిడ్స్" (amino acids) అనిన్నీ, తెలుగులో "నవామ్లములు" అనిన్నీ అంటారు. ఇక్కడ రెండు అర్థాలు వచ్చేయి, చూశారా? "నవామ్లం" అంటే ఎమీనో ఏసిడ్ అని ఒక అర్థం స్ఫురిస్తోంది. నవ అంటే కొత్త అనే అర్థం ఉంది కనుక నవామ్లం అంటే కొత్త ఆమ్లం అని మరొక అర్థం స్ఫురిస్తోంది. జీవరసాయనంలో నవామ్లాలు కొత్తవే!

పైన ఉదహరించిన రెండు నవామ్లాల– అనగా, గ్లయిసీన్, లూసీన్ ల - ఉనికి తెలిసిన మీదట, లైబిగ్ (Justus von Liebig, 1803-1873) జున్ను (cheese) నుండి మరొక నవామ్లాన్ని విడదీసాడు. (ఈ లైబిగ్ కూడ బెర్జీలియస్ శిష్యుడే. ఈయనే వోలర్ తో కలసి సమభాగులని కనిపెట్టి నిర్మాణక్రమం యొక్క ఆవశ్యకతని నిరూపించేడు.) గ్రీకు భాషలో జున్నుని "టైరోస్" అంటారు కనుక ఈ నవామ్లానికి "టైరోజీన్" (Tyrosine) అని పేరు పెట్టేరు. ఈ టైరోజీను కి కూడ తెలుగు పేరు పెట్టదలుచుకోలేదు. ఇటుపైన నవామ్లాలకి ఇంగ్లీషు పేర్లే వాడదాం. టైరోజీన్ నిర్మాణక్రమం ఈ దిగువ చూపుతున్నాను.

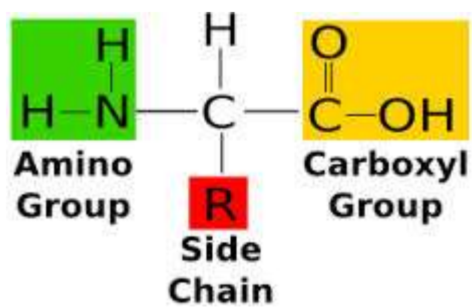


బొమ్మ 12.2 టైరోజీను నిర్మాణక్రమం.

గ్లయిసీన్ తోపాటు మరొక రెండు నవామ్లాల నిర్మాణక్రమాలు చూసేరు కదా. ఈ బొమ్మలని కొంచెం సావధానంగా పరిశీలించి చూడండి. ఇంతవరకు చూసిన నవామ్లాల కట్టడిలో మౌలికమైన తేడాలు కనిపిస్తూన్నా, అన్నిటికి మధ్య మౌలికంగా గట్టి పోలికలు కూడ ఉన్నాయి.

ఈ పోలికలో కిటుకు పట్టుబడాలంటే ముందు గ్లయిసీన్ కట్టడిని జాగ్రత్తగా పరిశీలించి చూడండి. ఇందులో మధ్యనున్న కర్బనం అణువుకి ఎడా, పెడా చూడండి. ఒక పక్క -NH2 గుంపు, రెండవ పక్క -COOH గుంపు ఉన్నాయి కదా. కర్బనానికి మూడవ పక్క ఉదజని అణువు ఉంది. అచ్చం ఇదే అమరిక అన్ని నవామ్లాలలోనూ కనిపిస్తుంది. (ఇక్కడ ఏ గుంపు కుడి పక్కన ఉందో, ఏది ఎడమ పక్కన ఉందో, ఏది కిందనో, మీదనో ఉందో అన్న విషయం ప్రస్తుతానికి పక్కన పెడదాం.) ఈ బొమ్మలన్నిటి మధ్య తేడా కర్బనపు అణువుకి నాలుగవ పక్క ఉన్న “అణుసమూహం;” గ్లయిసీన్ లో ఈ “అణుసమూహం” దిగువ కనిపిస్తూన్న ఒకే

ఒక ఉదజను అణువు (H) అయితే, మిగిలిన నవామ్లాలలో H స్థానంలో నిజంగా ఒక అణు సమూహం ఉంది. ఈ అణుసమూహాన్ని బొమ్మలో ఎక్కడ చూపించినా (కింద, మీద, కుడి, ఎడమ లలో) దానిని మాత్రం "పక్క గొలుసు" (side chain) అనే అంటారు. రాతలో సౌలభ్యం కోసం ఈ పక్క గొలుసుని రివాజుగా R అనే ఇంగ్లీషు అక్షరంతో చూపిస్తారు (బొమ్మ 12.3 చూడండి). ఈ పక్క గొలుసు మారేసరికి నవామ్లం గుణం మారిపోతుంది.



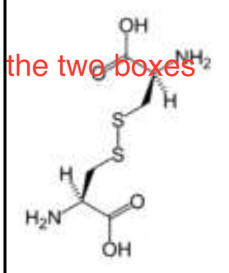
బొమ్మ 12.3 ఏ నవామ్లాన్నయినా సరే పైన చూపిన "సాధారణ నిర్మాణక్రమం" (generalized structural formula) ద్వారా సూచించవచ్చు.

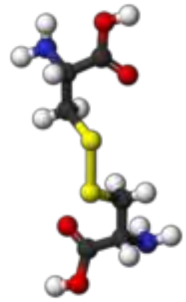
12.4 ద్విగంధక బంధం

మరొక నవామ్లం గురించి తెలుసుకుందాం. నిజానికి ఇది ఒక నవామ్లమా, రెండు నవామ్లాలా అనేది తేల్చడం కష్టం. ఒక పాముకి ఇటో తలా, అటో తలా ఉంటే అది ఒక పామా? రెండు పాములా? అలా అన్నమాట. మనం ముచ్చటించబోయే నవామ్లం రెండు తలల పాము లాంటిది. ఒంటి తల దాని పేరు సిస్టైన్ (Cysteine), రెండు తలల ఉన్నదాని పేరు సిస్టీన్ (Cystine). ఈ దిగువ బొమ్మని చూడగానే ఏది ఏదో చదువరులకి అర్థం అవుతుంది. ఈ

రెండు తలలకి మధ్య ఉన్న బంధాన్ని ద్విగంధక బంధం (disulfide bond) అంటారు (బొమ్మ 12.4 చూడండి). ఈ బంధాన్ని విడగొడితే రెండు సిస్టైన్ (Cysteine) బణువులు వస్తాయి. నవామ్లాలని లెక్క పెట్టేటప్పుడు సాధారణంగా ఈ సిస్టైన్ ని లెక్కపెడతారు; పెట్టి రెండు సిస్టైన్ (Cysteine) ల జంటని సిస్టీన్ (Cystine) అంటారు.

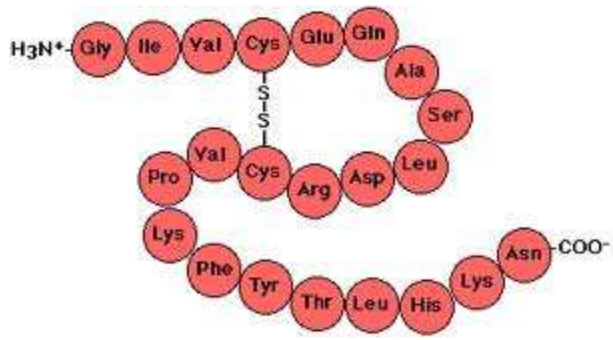
wo figures in the two boxes





బొమ్మ 12.4 ద్విగంధక బంధంతో ఉన్న సిస్టీన్: ఎడమ పక్క చదును నిర్మాణక్రమం, కుడి పక్క పూసలు-పుల్లల నిర్మాణక్రమం

ఈ ద్విగంధక బంధం కారణంగా నవామ్లాల గొలుసు కేవలం బారుగానే కాకుండా ఒంపులు తిరగడానికి అవకాశం కలుగుతుంది. ఇది ఎలా జరుగుతుందో బొమ్మ 12.5 లో చూపెడుతున్నాను. ఈ బొమ్మలో ప్రతి నవామ్లం పేరునీ చిన్న సున్నలో మూడు అక్షరాల సంక్షిప్తంతో రాసి చూపించేను (వివరాలు రాబోయే అధ్యాయంలో చూస్తారు).



బొమ్మ 12.5 ద్విగంధక బంధం ఉన్నప్పుడు 21 నవామ్లాల గొలుసు ఎలా ఒంగుతుందో చూడండి.

13. నవామ్లములు - 2

ఈ అధ్యాయం మొదటిసారి చదివినప్పుడు పరిపూర్ణంగా అర్థం కాకపోయినా పెద్ద ప్రమాదం ఏమీ లేదు. అవసరం వెంబడి మరొక సారి చదవండి.

ప్రాణ్యముల నుండి ఇంతవరకు 20 నవామ్లాలని విడదీశారు. గోడల నిర్మాణానికి ఇటికలు ఎలాగో, కణోజు (cellulose) నిర్మాణానికి కాని పిండి పదార్థాల (starches) నిర్మాణానికి కాని గ్లూకోజు ఎలాగో, అదే విధంగా ప్రాణ్యముల (proteins) నిర్మాణానికి ఈ 20 నవామ్లాలు తోడ్పడతాయి. నవామ్లాలని రంగుల పూసలులా ఊహించుకుంటే, ప్రాణ్యములు ఈ రంగుల పూసలతో గుచ్చిన గొలుసులు (నిటారుగా ఉన్నవాటిని గొలుసులు లేదా chains అందాం, గుండ్రంగా వలయాకారంలో ఉంటే దండలు అందాం). ఎన్ని పూసలు వాడితే అంత పెద్ద గొలుసు వస్తుంది. ఒకే రంగు పూసలు పదేపదే వాడొచ్చు. అన్ని పూసలు ఒకే రంగువయితే ఒకే రంగు గొలుసు వస్తుంది. రకరకాల రంగు పూసలు ఒకే గొలుసులో ఉంటే “పలువన్నెల” గొలుసు వస్తుంది. గొలుసు మధ్యలో ద్విగంధక బంధం ఉంటే గొలుసు ఒంపులు, మెలికలు తిరుగుతుంది.

ఈ పూసల గొలుసు నమూనా ఉపయోగించి ప్రాణ్యముల ఆచూకీ తెలుసుకోవచ్చు. ఒక గొలుసులో ఎన్ని పూసలు ఉన్నాయి? ఏయే రంగు పూసలు ఎన్నెన్ని ఉన్నాయి? గొలుసు ఏ ఆకారంలో ఉంది? తిన్నగా మల్లెపూల మాలలా ఉందా? గుండ్రంగా మెళ్లో వేసుకునే దండలా ఉందా? లుమ్మలు చుట్టుకుపోయి తికమకగా ఉందా? ఈ రకం ప్రశ్నలు వేసి, వాటి సమాధానాలు వెతికే ముందు, నవామ్లాల పేర్లు అన్నీ ఒక జాబితాలో ఈ దిగువ చూపిస్తాను. ఒక క్షణం పాటు ఈ పేర్లు చదవండి. పేర్లు కంఠస్థం చెయ్యక్కరలేదు కాని సాధ్యమయినంత

వరకు ఈ పేర్లతో పరిచయం పెంచుకోవడం వల్ల లాభాలు ఉన్నాయి. ప్రతీ నవామ్లానికి ఒక మూడక్షరాల పొట్టి పేరు, ఒకే ఒక పొడి అక్షరం కేటాయించేరు – రసాయన మూలకాలకి ప్రాస్వనామాలు పెట్టినట్లే! ఈ పేర్లని బొమ్మ 13.1 లో చూపిన పట్టికలో చూడండి.

బొమ్మ 13.1 నవామ్లాల పేర్లు, పొట్టి పేర్లు, ఏకాక్షర సంక్షిప్తాలు

Amino Acid	**3 Letter Code**	**1 Letter Code**
Alanine	Ala	A
Arginine	Arg	R
Asparagine	Asn	N
Aspartic Acid	Asp	D
Cysteine	Cys	C
Glutamic Acid	Glu	E
Glutamine	Gln	Q
Glycine	Gly	G
Histidine	His	H
Isoleucine	Ile	I
Leucine	Leu	L
Lysine	Lys	K
Methionine	Met	M
Phenylalanine	Phe	F
Proline	Pro	P
Serine	Ser	S
Threonine	Thr	T
Tryptophan	Trp	W
Tyrosine	Tyr	Y
Valine	Val	V

పై పట్టికలో కొన్ని నవామ్లాలకి వాటి ఇంగ్లీషు పేరు ఏ అక్షరంతో మొదలవుతుందో అదే అక్షరాన్ని ఏకాక్షర సంక్షిప్తంగా కూడ నిర్ధారించేరు. ఉదాహరణకి ఈ దిగువ పేర్లు చూడండి.

Insert one space after “1.”

1.గ్లయిసీన్ Glycine = G

2. అలనీన్ Alanine = A

3. వేలీన్ Valine = V

4. లూసీన్, Leucine = L

5. ఐసోలూసీన్, Isoleucine = I

6. సెరీన్, Serine = S

7. థ్రియొనీన్, Threonine = T

8. సిస్టైన్, Cysteine = C

9. మిథియొనీన్, Methionine = M

10. ప్రోలీన్, Proline = P

11. హిస్టిడీన్, Histidine = H

ఈ పద్ధతి ఉపయోగించి అన్ని నవామ్లాలకి మొదటి అక్షరాన్ని పొడి అక్షరంగా కేటాయించడానికి వీలు పడలేదు. అప్పుడు వేరొక అక్షరం వాడవలసి వచ్చింది. ఈ దిగువ పేర్లు చూడండి.

Insert a . after 12

12 ఆర్జనీన్, Arginine = R

13. ఏస్పరజీన్, Asparagine = N

14. గ్లూటమీన్, Glutamine = Q

15. ఏస్పార్టిక్ ఏసిడ్, Aspartic acid or Aspertate = D

16. ఫినైలాలనీన్, Phenylalanine = F

17. ట్రిప్టొఫేన్, Tryptophan = W

18. టైరొజీన్, Tyrosine = Y

19. గ్లూటామిక్ ఏసిడ్, Glutamic acid or Glutamate = E

20. లైసీన్, Lysine = K.

13.1 నవామ్లాలకి ఏకాక్షర గుర్తులు

ప్రతి నవామ్లానికి మూడక్షరాల పొట్టి పేరు ఎలా నిర్ణయించేరో తెలుసుకోవడం కష్టం కాదు. పట్టిక చూస్తే అర్థం అవుతుంది. కాని, ఈ నవామ్లాలకి ఏకాక్షర సంక్షిప్తాలు (single letter codes) ఎలా కేటాయించేరో కూడ తెలుసుకుందాం. పై జాబితాలో 1 నుండి 11 వరకు ఉన్న నవామ్లాల పేర్లు ఏయే ఇంగ్లీషు అక్షరాలతో మొదలయాయో ఆయా అక్షరాలనే వాటికి సంక్షిప్తాలుగా కేటాయించేరు: గ్లయిసీన్, G; అలనీన్, A; వగైరా. జాబితాలో 11 తరువాత ఉన్న నవామ్లాల పేర్లకి మొదటి అక్షరం వాడితే కుదరదు; మరొక అక్షరం వాడాలి. కొన్నింటికి పేరు ఉచ్చారణలో వినబడే ఒక శబ్దం ఆధారంగా ఏకాక్షర సంకేతాలు నిశ్చయించేరు: ఆర్జనీన్, R; ఏస్పర్జీన్, N; ఫినైలాలనీన్, F; టైరొజీన్, Y.

ఏస్పార్టిక్ ఏసిడ్ లో చివర వచ్చే "డ" ఆధారంగా దానికి D కేటాయించేరు. దీనినే ఏస్పర్టేట్ అని కూడ పిలుస్తారు.

లూసీన్ కి L వాడేసేము కనుక లైసీన్ కి మరొక అక్షరం వాడాలి. ఇంగ్లీషు వర్ణమాలలో L కి ముందు K వస్తుంది కనుక దీనికి K వాడమన్నారు.

మరి గ్లూటామిక్ ఏసిడ్ ని E అనమని ఎవరన్నారు? గ్లూటామిక్ ఏసిడ్ ని గ్లూటమేట్ అని కూడ అంటారు కనుక ఈ రెండవ పేరులో వినబడే E ని వాడమన్నారు, ఎవ్వరో! ఎవ్వరు? ఎందుకు? అని ప్రశ్నించకుండా గొర్రెల మందలా మనం అంతా పొలొమని E వాడుతున్నాం. ఇప్పుడు మానమన్నా ఎవ్వరూ మానరు.

మరి గ్లూటమీన్ కి Q వాడమనడంలో పరమ రహశ్యం ఏమిటి? అదేదో ఆ పెరుమాళ్లకే తెలియాలి! (గ్లూటమీన్ పేరు, గ్లూటమేట్ పేరు.)

13.2 నవామ్లాలకి ఈ పేర్లు ఎలా వచ్చేయి?

ఈ పేర్లు చూడగానే రెండు సందేహాలు సహజంగా పుట్టుకొస్తాయి. ఒకటి, వీటికి ఈ పేర్లు ఎలా వచ్చేయి? రెండు, ఈ పేర్లన్నిటిని గుర్తు పెట్టుకోవడం ఎలా? ఈ రెండింటిలో మొదటి ప్రశ్నకి సమాధానం చెప్పడం కొంచెం తేలిక.

తియ్యగా ఉంటుంది కనుక గ్లయిసీన్ అనిన్నీ, తెల్లగా ఉంటుంది కనుక లూసీన్ అనిన్నీ, జున్ను నుండి వచ్చింది కనుక టైరోజీన్ అనిన్నీ పేర్లు వచ్చేయని చెప్పుకున్నాం కదా,

వెండిలా మిలమిల మెరుస్తుంది కనుక ఆర్జనీన్ అన్న పేరు వచ్చింది. (లేటిన్ భాషలో ఆర్జెంటం అంటే వెండి.)

పిల్లిపీచరని ఇంగ్లీషులో ఏస్పరేగస్ (asparagus) అంటారు. ఇది ఆకుకూరకీ, కూరగాయకీ మధ్యస్థంగా ఉండే శాకము. మొట్టమొదట ఏస్పర్జీన్ ఈ ఏస్పరేగస్‌లో కనిపించింది కనుక ఆ పేరు వచ్చింది.

గ్లూటమైన్, గ్లూటామిక్ ఏసిడ్ అనేవి "గ్లూటెన్" అనే ఒక రకం పదార్థం పేరు నుండి వచ్చేయి. ఈ గ్లూటెన్ అన్న మాట "గ్లూ", అనగా జిగురు, నుండి వచ్చింది. తడిపి పెట్టిన గోధుమ పిండికి సాగే లక్షణం రాడానికి ఈ గ్లూటెన్ కారకురాలు. మూడొంతులు అప్పడాల పిండి సాగడానికి కూడ ఈ గ్లూటెన్ కారణం అయి ఉండొచ్చు అని ఊహిస్తున్నాను.

కొన్ని పేర్లు గ్రీకు భాష నుండి అరువు తెచ్చుకున్నవి. మరి కొన్ని పేర్లకి మూలాలు రసాయన శాస్త్రపు లోతుల్లో దొరుకుతాయి.

ఐసోలూసీన్ లో "ఐసో" ఉంది కనుక ఇది లూసీన్ యొక్క సమభాగి (isomer).

మెతియొనీన్ అన్న పేరు "మెతల్", థయోల్" అన్న ధాతువులు కలియగా వచ్చింది. గంధకం ఉన్న రసాయనాల పేరులో "థయో", "థయోల్" అన్న శబ్దాలు వినబడుతూ ఉంటాయి. మెతల్ గుంపు అంటే మెతేను బణువులో ఒక ఉదజనిని తొలగించగా మిగిలిన ధాతువు.

ఫినైలాలనీన్ అంటే అలనీన్ కి ఫినైల్ గుంపు తగిలించగా వచ్చిందని అర్థం.

ఒక రకం చక్కెర ని "థ్రియోజు" అంటారు. అందులోంచే "థ్రియొనీన్ (Threonine) అన్న పేరు వచ్చింది.

13.3 నవామ్లాల పేర్లు గుర్తు పెట్టుకోవడం ఎలా?

విద్యార్థులకి ఈ 20 నవామ్లాల పేర్లు గుర్తు పెట్టుకోవడం అంటే ఒక సవాలే! ఒక్క పేరంటే ఎలాగో తంటాలు పడి కంఠస్థం చేసెయ్య వచ్చు. పేరుతోపాటు వాటి మూడక్షరాల పొట్టి పేరు, ఏకాక్షర సంకేతం, నిర్మాణక్రమం గుర్తు పెట్టుకోవాలి. వాటి లక్షణాలు గుర్తు పెట్టుకోవాలి. వీటిని

బట్టీ పట్టేయడం కంటె ఒక క్రమ పద్ధతిలో గుర్తు పెట్టుకుంటే లాభిస్తుంది. అలాంటి “క్రమ పద్ధతులు” చాల ఉన్నాయి నిజానికి ఏ ఒక్కటీ సర్వోత్తమమైన పద్ధతి కాదు. కేవలం 20 పేర్లు గుర్తు పెట్టుకోవడమే గమ్యం అనుకుంటే ఈ దిగువ ఇచ్చిన ఇంగ్లీషు వాక్యాలు గుర్తు పెట్టుకుంటే సరిపోతుంది.

మొదటి పద్ధతి: స్ఫోరక (mnemonic) వాక్యంతో

MATT VIL PHLy (మేట్ విల్ ఫ్లై) అన్న వాక్యాన్ని ఆధారంగా చేసుకుని Met, Ala, Tyr, Trp, Val, Ile, Leu, Phe, His, Lys. అన్న 10 నవామ్లాల పేర్లు గుర్తు పెట్టుకోవచ్చు. లూసీన్ పేరుతో “ఐసోలూసీన్” కూడ గుర్తుకి వస్తుంది.

GAPS GA HAT అన్న "స్ఫోరక వాక్యం" తో Gly, Arg, Pro, Ser, Glu, Asp, Hydroxyproline, Asn, Thr అన్నవి గుర్తుకి వస్తాయి.

రెండవ పద్ధతి: గుణ, కర్మలతో విభజించి గుర్తు పెట్టుకోవడం

కేవలం పేర్లు గుర్తు పెట్టుకునే కంటె వాటి లక్షణాలని బట్టి గుంపులుగా విడగొట్టి గుర్తుపెట్టుకోవడం. ఈ పద్ధతిలో, నవామ్లాలని ఈ దిగువ చూపిన గుంపులుగా విడగొట్ట వచ్చు:

1. నిర్గంధ నవామ్లాలు: Glycine, alanine, valine, leucine, isoleucine
2. ఆమ్ల నవామ్లాలు: Aspartic acid, Glutamic acid
3. ఎమైడ్ నవామ్లాలు: Asparagine, Glutamine
4. క్షార నవామ్లాలు: Lysine, Arginine, Histidine
5. సగంధ నవామ్లాలు: Phenylalanine, Tyrosine, Tryptophan

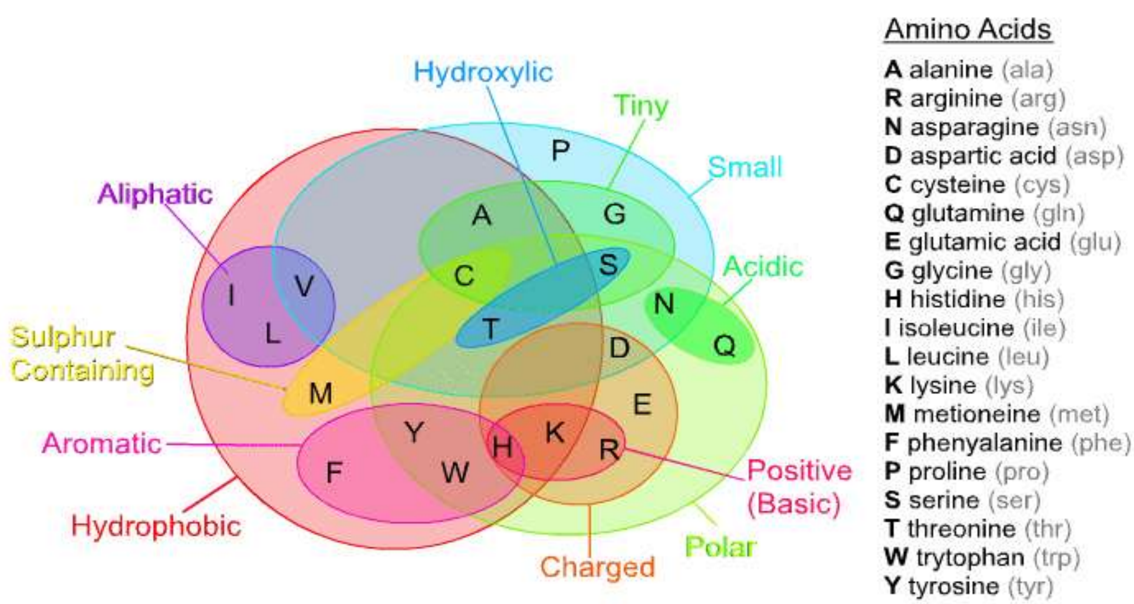
6. మాదక నవామ్లాలు: Serine, Threonine, Methionine

7. ప్రత్యేక నవామ్లాలు: Proline, Hydroxyproline

వీటిని ఇలా విభజించి అధ్యయనం చెయ్యడం వల్ల వచ్చే లాభాలని చెప్పుకుంటూ పోతే ఈ గ్రంథం పాఠ్య పుస్తకంలా తయారయి వ్రతం చెడుతుంది, ఫలం దక్కదు.

13.4 నవామ్లాల ఇతర లక్షణాలు

పేరులో "ఆమ్లం" అని ఉన్నా నవామ్లాలలో కొన్ని ఆమ్ల లక్షణాలని, కొన్ని క్షార (alkali) లక్షణాలని ప్రదర్శిస్తాయి. కొన్ని "ధ్రువ" (polar) లక్షణాలని, కొన్ని "అధ్రువ" (non-polar) లక్షణాలని ప్రదర్శిస్తాయి. బొమ్మ 13.2 లో ఈ లక్షణాలని చూపించడానికి ప్రయత్నం చేసేను. ఇవి కొంచెం లోతుగా తరచి చూడవలసిన భావాలు కనుక వీటి గురించి చర్చ ఇక్కడ కుదరదు.



బొమ్మ 13.2 నవామ్లాల వివిధ లక్షణాలని ఈ బొమ్మలో చూడవచ్చు. ఈ రకం బొమ్మలని "వెన్న బొమ్మలు" (Venn Diagrams) అంటారు.

13.5 ముఖ్యమైన నవామ్లాలు (Essential amino acids)

ప్రతి ప్రాణి పై జాబితాలో ఉన్న 20 నవామ్లాలని తయారు చేసుకోలేదు. కొన్నిటిని ఆహారం ద్వారా శరీరానికి సరఫరా చెయ్యాలి. ఉదాహరణకి మనుష్యులు ఈ తొమ్మిది నవామ్లాలనీ తయారుచేసుకోలేరు: ఫిలైలాననీన్, వేలీన్, థ్రియొనీన్, ట్రిప్టొఫేన్, మెథియొనీన్, లూసీన్, ఐసోలూసీన్, లైసీన్, హిస్టిడీన్ (phenylalanine, valine, threonine, tryptophan, methionine, leucine, isoleucine, lysine, and histidine). కనుక మనం ఈ నవామ్లాలు ఉండే ఆహారాన్ని ప్రతి రోజు తింటూ ఉండాలి. అందుకని ఈ నవామ్లాలని ముఖ్యమైనవి అన్నారు. ఈ రోజుల్లో మనం తినే ఆహారంలో మనకి కావలసిన నవామ్లాలు అన్నీ లభ్యం అవుతున్నాయి కనుక బెంగ పడవలసిన పని లేదు.

14. జీర్ణమాలలు

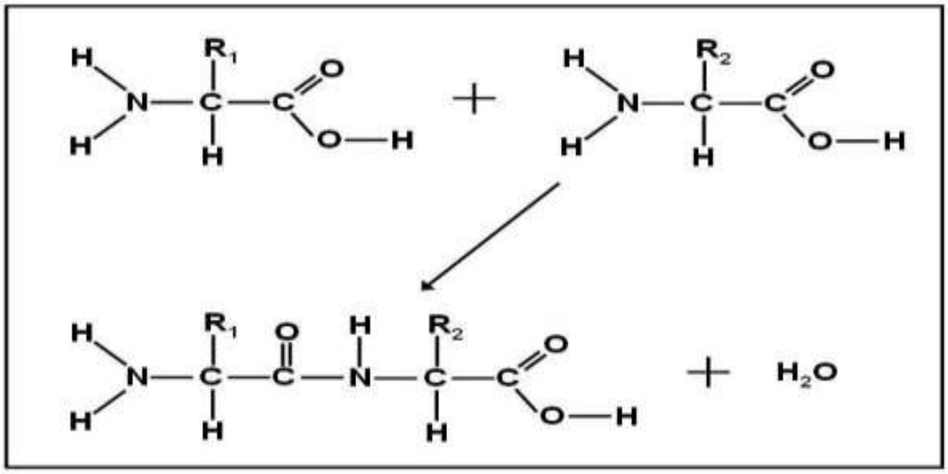
ప్రాణ్యములు నవామ్లములు అనే పూసలతో గుచ్చిన గొలుసులు వంటివి. ఈ నవామ్లాలు 20 ఉన్నాయి. ఈ 20 నవామ్లాలు ఆకారంలోనూ, పరిమాణంలోనూ, లక్షణాలలోను ఒకేలా ఉండవు. కనుక ఈ 20 నవామ్లాలని 20 రంగులు ఉన్న పూసలుగా ఊహించుకోవచ్చు.

ప్రాణ్యముల మీద పరిశోధన రెండు దిశలలో చెయ్యవచ్చు. ఒకటి, విశ్లేషణ (analysis). అంటే, పొడుగ్గా ఉన్న పూసల గొలుసుని విరగ్గొట్టి, తెంపి, చిదిపి, ఛిన్నాభిన్నం చేసి, ఏ కీలుకాకీలు విడదీసి దాని నిర్మాణశిల్పాన్ని అర్థం చేసుకోవడం. రెండు, సంశ్లేషణ లేక సంధానం (synthesis). అంటే, రకరకాల పూసలని తీసుకుని, వాటిని రకరకాల వరుసలలో గొలుసులుగా అమర్చి అలా గుచ్చగా వచ్చిన గొలుసుల లక్షణాలు పరిశీలించడం.

ఎమిల్ ఫిషర్ విడివిడిగా ఉన్న నవామ్లాలని తీసుకుని, వాటిని ఒకదానితో మరొకదానిని సంధించి, ఎంత పెద్ద గొలుసులుగా గుచ్చగలమో చూద్దామని పరిశోధనలు చేసేరు. గొలుసు తగినంత పొడుగు పెరిగేసరికి ఆ గొలుసులో ప్రాణ్యపు లక్షణాలు పొడచూపకపోతాయా అన్నది ఆయన ఆశ. ఈ ప్రయత్నంలో ఆయన ఒక ముఖ్యమైన విషయాన్ని గమనించేరు. మనం పూసలుగా ఊహించుకుంటూన్న నవామ్లాలు నల్లపూసల లాగ, రుద్రాక్ష పూసలు లాగ గుండ్రంగా, సొష్టవంగా ఉండవు. ప్రతీ నవామ్లానికి ఒక "పక్క గొలుసు" వేల్లాడుతూ ఉంటుంది. ఆ పక్క గొలుసుల ఆకారం, పరిమాణం నవామ్లాన్ని బట్టి మారుతూ ఉంటాయి. అంటే, మన 20 పూసల ఆకారాలు వేరువేరుగా ఉంటాయి; ఒకేలా ఉండవు. అంతే కాదు, ప్రతి పూసకి నవ శీర్షం (amine end), ఆమ్ల శీర్షం (acid end) ఉంటాయి కనుక వీటికి తల, తోక ఉన్నట్లు ఊహించుకోవచ్చు. అంటే, మన "పూసలు" తల వైపు ఒక లాగ, తోక వైపు

మరొకలాగ ఉంటాయి, పైపెచ్చు కుడి వైపు ఉదజని అణువు ఉంటే ఎడమ వైపు "పక్క గొలుసు" ఉంటుంది. అంటే, ప్రతి పూసకి ముందు, వెనక, కుడి, ఎడమ ఉంటాయన్న మాట.

ఇప్పుడు రెండు నవామ్లాలని ఎలా సంధిస్తారో చూద్దాం. ఇవి ఏ రెండు నవామ్లాలు అయినా కావచ్చు. మొదటి నవామ్లం బణువుకి ఒక చివర -NH2 ఉంది. దీనిని నవ శీర్షం అన్నాం కదా. ఈ నవామ్లానికి రెండవ చివర -COOH ఉంది. ఈ శీర్షాన్ని ఆమ్ల శీర్షం అన్నాం. ఈ మొదటి నవామ్లం మన గొలుసులో మొదటి పూస. ఇప్పుడు మరొక నవామ్లాన్ని గొలుసుకి తగిలించాలి. ఈ రెండవ నవామ్లపు బణువులోని ఆమ్ల శీర్షాన్ని మొదటి బణువులోని నవ శీర్షం వైపు వచ్చేలా "తగిలిద్దాం." ఒక ఏనుగు తోకని మరొక ఏనుగు తొండంతో పట్టుకున్నట్లు అనుకొండి. "తగిలించడం" అంటే ఏమిటి? రసాయన పరిభాషలో "బణుసంధానం" చెయ్యడం. ఇలా బణుసంధానం చేసినప్పుడు నీరు బయట పడుతుందని ఇదివరలో చదువుకున్నాం. ఈ నీరు ఎక్కడనుండి వస్తుంది? మొదటి బణువు ఆమ్ల శీర్షంలో ఉన్న OH వెళ్ళి, రెండవ బణువు నవ శీర్షంలో ఉన్న NH2 తో సంయోగం చెందినప్పుడు H2O (అనగా, నీరు), NH అనేవి తయారవుతాయి. నీరు బయటకి వచ్చేస్తుంది. మిగిలిపోయిన NH వెళ్ళి పూర్వం NH2, OH లు ఆక్రమించిన స్థలాలని ఉమ్మడిగా ఆక్రమిస్తుంది. ఈ విషయాన్ని దిగువ బొమ్మలో చూపుతున్నాను. ఈ బొమ్మని కొంచెం సావధానంగా చూసి, ఏమి జరిగిందో అర్థం చేసుకొండి.



బొమ్మ 14.1 రెండు నవామ్లం బణువులని సంధించే విధానం. ఈ రకం బంధాన్ని జీర్ణబంధం అందాం.

ఈ బొమ్మలో గమనించవలసిన విషయాలు. మొదటి బణువు పక్కగొలుసు ఉండవలసిన స్థానంలో R1 అనే అక్షరమూ, రెండవ బణువు పక్కగొలుసు ఉండవలసిన స్థానంలో R2 అనే అక్షరము రాసేం. ఈ పక్కగొలుసులు (అనగా, R1, R2 లు) నిర్ధారణ అయినప్పుడు అక్కడ ఉన్న నవామ్లం పేరు నిర్ధారణ అవుతుంది. ఎడమ పక్క ఉన్న OH కుడి పక్క (ఎదురుగా) ఉన్న H తో సంయోగం చెంది నీరు అయి, బయటకి వచ్చేస్తుంది; ఆ స్థానంలోనే NH నిలుస్తుంది.

ఈ పద్ధతి అవలంబించి, ఎమిల్ ఫిషర్ నెమ్మది నెమ్మదిగా 15 గ్లయిసీన్ బణువులని, 3 లూసీన్ బణువులని గొలుసులా గుచ్చగలిగేరు. ఈ 15 బణువులని రకరకాల వరసలలో గుచ్చి, వాటి లక్షణాలని అధ్యయనం చేసి చూసేరు. గొలుసులోని లంకెలని (అంటే, నవామ్లాలని) ఏ వరసలో అమర్చి చూసినా వాటిలో ప్రాణ్యం లక్షణాలు కనబడలేదు. గొలుసులు ఇంకా బాగా పొడుగైతే కాని వాటిలో ప్రాణ్యం లక్షణాలు కనబడవేమో అని

అనుమాన పడ్డారు ఫిషర్. కాని అంత కంటె పెద్దగా ఉండే గొలుసులు తయారు చెయ్యడం ఎలాగో ఆయనకి తెలియలేదు.

నిజమైన ప్రాణ్యములు చాల పొడుగాటి గొలుసులు అయితే మరి పొట్టిగా ఉన్న గొలుసులు ఏమయి ఉంటాయో? "మనం ప్రాణ్యములని తిని జీర్ణం చేసుకున్నప్పుడు మిగిలిన ముక్కలే పొట్టిగా కనబడుతూన్న గొలుసులు అయి ఉండొచ్చు" అని ఫిషర్ ఊహాగానం చేసేరు. తన ఊహ నిజం కాకపోతుందా అన్న ధీమాతో తను నిర్మించిన చిన్న చిన్న గొలుసులకి "జీర్ణమాలలు" అని పేరు పెట్టేరాయన. ఆయనకి తెలుగు రాదు కనుక జెర్మనీ భాషలో ఏదో

can you make the two red words into one word?

పేరు పెట్టి ఉంటారు. అదే ఇంగ్లీషులో "పెప్ ^ టైడ్ ఛెయిన్స్" (peptide chains) అయింది. ఈ మాటకి మూలం గ్రీకు భాషలో ఉంది. దానికి "జీర్ణించిన" అని అర్థం కనుక మనం పెట్టిన జీర్ణమాలలు అన్న పేరు బాగానే ఉంది. (మన కడుపులో ఊరే జఠర రసాన్ని ఇంగ్లీషులో "పెప్సిన్" అనడానికి కారణం కూడ ఇదే. పెప్సిన్ అన్న మాటని జఠరరసం అని తెలిగించి వాడుతున్నాం కనుక, కావలిస్తే జీర్ణమాల ని జఠరమాల అని కూడ పిలవచ్చు.)

ఫిషర్ అనుమానాలు పూర్తిగా ఊహాగానాలు కావని కొద్ది కాలంలోనే రుజువయింది. ఫిషర్

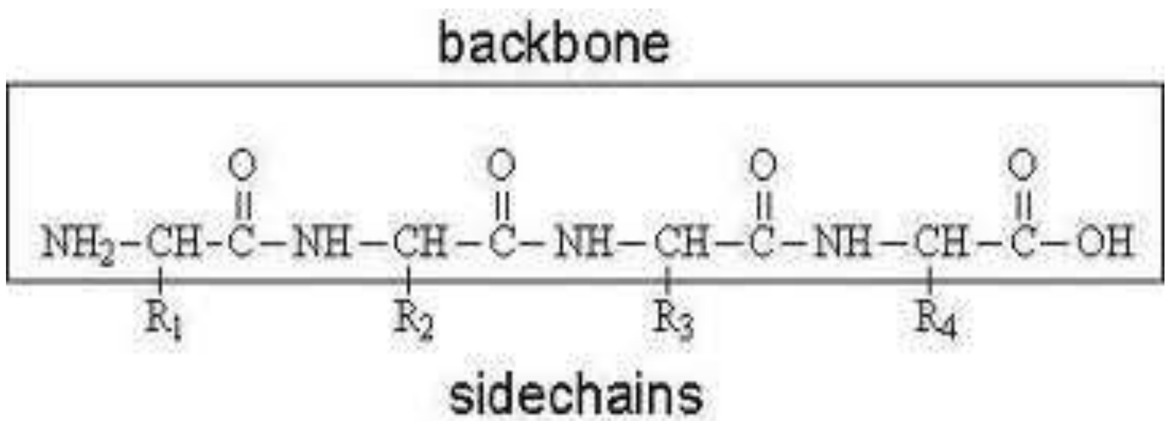
the two red words into one word?

శిష్యుడు బెర్గ్ ^ మన్ అనే ఆసామీ బాగా పొడుగాటి జీర్ణమాలలు తయారు చేసే పద్ధతి కనిపెట్టేరు. ఈయన తయారు చేసిన పొడుగాటి జీర్ణమాలలకి జీర్ణరసాలు కలిపితే ఆ మాలలు విరిగి, ముక్కలయి, చిన్న చిన్న జీర్ణమాలలుగా మారేయి. జలఛేదనం (hyrdrolysis = hydro + analysis) అనే ప్రక్రియ వల్ల జీర్ణమాలలు విరుగుతాయని అర్థం అయింది. అయినా సరే, ప్రగతి పిల్లినడకలు నడిచింది. ప్రాణ్యములు ఎంత పొడవైన గొలుసులో ఎవ్వరూ ఊహించలేకపోవడమే ఈ పరిస్థితికి కారణం.

జీర్ణమాలలని రకరకాల పేర్లతో పిలుస్తారు. ఈ పేర్లు అన్నీ తెలియకపోయినా మరేమీ పరవాలేదు. కొద్దిగా అయినా తెలుసుకుంటే ఉత్తరోత్తర్యా పెద్ద పెద్ద పుస్తకాలు చదివినప్పుడు సుఖపడతారు. కనుక కొన్ని ఉదాహరణలు చెబుతాను. రెండు గ్లయిసీన్ బణువులని గొలుసుగా గుచ్చితే వచ్చేదానిని “గ్లయిసైల్ గ్లయిసీన్” అంటారు. పది గ్లయిసీన్ బణువులని గొలుసుగా గుచ్చితే? దానిని “గ్లయిసైల్, గ్లయిసైల్,....గ్లయిసీన్” అని పది సార్లు పలుకుతూ అనడం కష్టం కదా! అందుకని అటువంటిదానిని తేలికగా “బహుగ్లయిసీన్” (polyglycine) అంటారు. ఇటువంటి గొలుసులలో పది గ్లయిసీన్ పూసలు ఉన్నా, పాతిక పూసలు ఉన్నా అది బహుగ్లయిసీనే! ఈ బహుగ్లయిసీన్ కి, కణోజు (సెల్యులోజు) కీ కట్టడిలో కొన్ని పోలికలు లేకపోలేదు. సెల్యులోజు గ్లూకోజు "పూసల"తో చేసిన గొలుసు అయితే బహుగ్లయిసీన్ అన్నది గ్లయిసీన్ "పూసల"తో గుచ్చిన గొలుసు. ఆమాటకి వస్తే సెల్యులోజుని “బహుగ్లూకోజు” (polyglucose) అని పిలవచ్చు. ఆమాటకి వస్తే పిండి పదార్థాన్ని కూడ “బహుగ్లూకోజు” అని పిలవచ్చు. వృక్ష ప్రపంచానికి బహుగ్లూకోజు (అనగా, సెల్యులోజు) ఎలాంటిదో జంతు ప్రపంచానికి బహుగ్లయిసీన్ అటువంటిది.

పత్తి చెట్టు నుండి వచ్చే పత్తి కేవలం సెల్యులోజుతో చెయ్యబడింది. అనగా, పత్తి గ్లూకోజు బణువులతో చేసిన గొలుసు. కాని పట్టుపురుగులు తయారు చేసే పట్టులో గ్లయిసీను తోపాటు మరొక నవామ్లం ఉంది. ఆ రెండో నవామ్లం పేరు అలనీన్ (Alanine). పట్టు దారం గ్లయిసీన్, అలనీన్ అనే రెండు రకాల నవామ్లాలు ఉన్న గొలుసు. ఇటువంటి గొలుసుని “బహు-గ్లయిసీన్” అనాలా? లేక, “బహు-అలనీన్” అనాలా? ఈ రకం మాలలని “బహు-జీర్ణమాలలు” (polypeptide chains) అందాం. ఈ బహు-జీర్ణమాలల నిర్మాణక్రమం ఎలా ఉంటుంది? గ్లయిసీన్ కీ అలనీన్ కీ ఆమ్ల శీర్షాలు, నవ శీర్షాలు ఉన్నాయి. ఒక ఆమ్ల శీర్షాన్ని

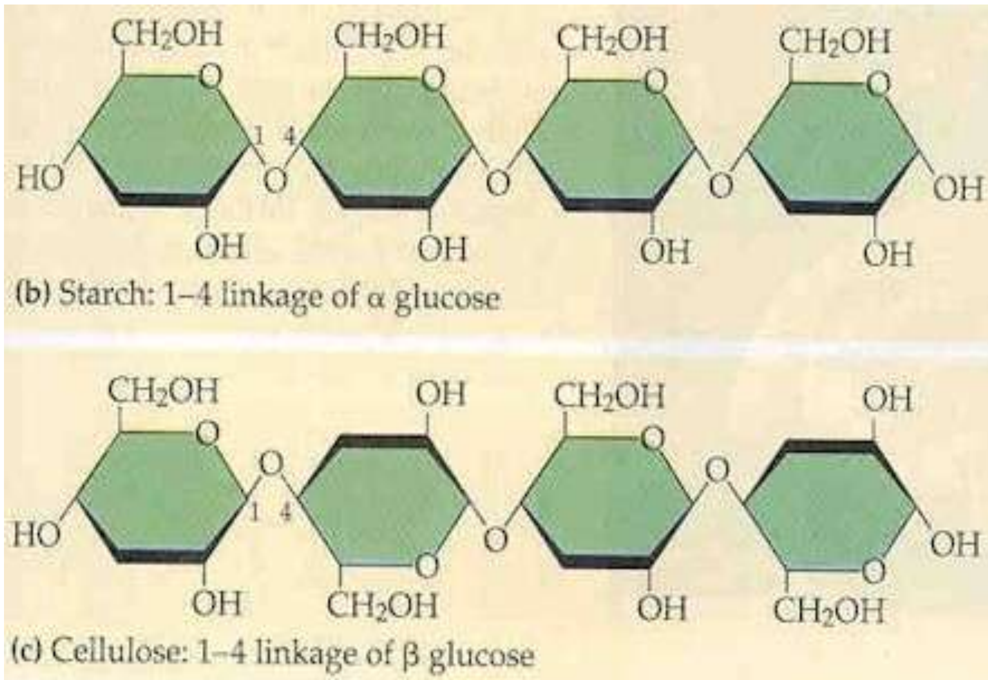
ఒక నవ శీర్షానికి చొప్పున తగిలించుకుంటూ పోతే ఒక గొలుసు మాదిరి తయారవుతుంది కదా. ఆ గొలుసుని "బహు-గ్లయిసీన్ వెన్ను" (polyglycine backbone) అందాం. ఈ వెన్ను నుండి పక్క గొలుసులు వేల్లాడుతూ ఉంటాయి కదా. గ్లయిసీన్ కి పక్క గొలుసు ఒక్క ఉదజని అణువు మాత్రమే. కాని అలనీన్ కి పక్క గొలుసు కొంచెం హడావిడిగానే ఉంటుంది. కనుక బహుగ్లయిసీన్ ని కంటితో చూడగలిగితే గ్లయిసీన్ ఉన్న మేరల్లో తిన్నగా వెన్నెముకలాగ ఉండి, అలనీన్ ఉన్న చోట్ల పక్క గొలుసులు పక్క ఎముకలలాగ కనిపిస్తాయి. ఈ బహుగ్లయిసీన్ వెన్ను ఎలా ఉంటుందో బొమ్మ 14.2 లో చూపేను. ఇందులో R1, R2, వగైరాలు వివిధ నవామ్లాల పక్క గొలుసులు.



బొమ్మ 14.2 బహు-జీర్ణ బంధపు వెన్ను

ఇప్పుడు కేవలం గ్లూకోజుతో కట్టిన గోడలకి, నవామ్లాలతో కట్టిన గోడలకి మధ్య పోలికలు, తేడాలు చూద్దాం. ఒక గ్లూకోజు బణువు ఆకారం ఇంగ్లీషు అక్షరం V లా ఉందనుకుంటే అప్పుడు పిండి పదార్థాలలో గ్లూకోజు బణువులు VVVVVVVV లా అమర్చబడి – అంటే అన్ని V లు సీదాగానే, ఉంటాయి. ఇలా అన్నీ సీదాగానే ఉన్న అమరికని "ఆల్ఫా-గొలుసు" (alpha-chain) అంటారు. కాని సెల్యులోజు బణువులో ఇవి "ఉల్టా-సీదా-ఉల్టా-సీదా...."

^V^V^V… లా అమర్చబడి ఉంటాయి కనుక ఈ రకం అమరికని "బీటా-గొలుసు" అంటారు. ఇటివంటి ఉల్టా-సీదాలు మాత్రమే ఉన్న గ్లూకోజు పూసలతో మనం ఎన్నో రకాల గొలుసులు గుచ్చలేము (బొమ్మ 14.3 చూడండి).



బొమ్మ 14.3 కేవలం గ్లూకోజు తో తయారయిన రెండు రకాల మాలలు పైన చూపిన విధంగా ఉంటాయని ఊహించుకోవచ్చు. ఈ బొమ్మలో ప్రతి గ్లూకోజు బణువుని షడ్భుజి ఆకారంలో చూపేను. ఒక షడ్భుజికి పక్కనున్న షడ్భుజికి మధ్య ఉన్న లంకెని చూడండి. ఈ లంకె గ్లూకోజులో V ఆకారంలో ఉంటే, సెల్యులోజులో ఆ లంకె తిరగబడి ఉన్నట్లు (^) కనిపిస్తుంది.

నవామ్లాల విషయానికి వచ్చేసరికి పరిస్థితి వేరు. అక్కడ వృక్ష సామ్రాజ్యంలో ఉల్టా-సీదాలు మాత్రమే ఉన్న గ్లూకోజు బణువులు ఉన్నాయనుకుంటే ఇక్కడ, జంతు సామ్రాజ్యంలో 20 నవామ్లాలు ఉన్నాయి. వీటికి పక్క గొలుసులు ఉండటం వల్ల వీటి ఆకారాలు వేర్వేరు. ఈ 20 నవామ్లాలని 20 రంగుల పూసలనుకుంటే, చూసుకోండి - నా సామి రంగా – ఎన్ని రకాల

మాలలు గుచ్చగలమో! నవామ్లాలలో ఈ వైవిధ్యత ఉండడం వల్ల వీటితో గుచ్చిన మాలలు (ప్రాణ్యములు) కూడ ఎంతో వైవిధ్యత కలిగి ఉంటాయి. ఈ వైవిధ్యత (variety) వల్లనే ప్రాణ్యములకి చాతుర్యత (versatility) కూడ వచ్చింది. అందువల్లనే సృష్టిలో కర్బనోదకాల కంటె ప్రాణ్యములదే పైచేయి అయింది.

15. ప్రాణ్యముల వైవిధ్యత

జీర్ణమాలలకి, ప్రాణ్యములకి మధ్య తేడా ఏమిటి? రెండూ నవామ్లాల గొలుసులే. జీర్ణమాలలు కొంచెం పొట్టిగా ఉంటాయి. ప్రాణ్యములు బాగా పొడుగ్గా ఉంటాయి. మౌలికంగా ఇంత కంటె పెద్ద తేడా లేదు. కాని, పొట్టిగా ఉన్నంత మాత్రాన నవామ్లాల గొలుసులని అన్ని సందర్భాలలోనూ "జీర్ణమాలలు" అని అనరు; పొట్టిగా ఉన్నా కొన్ని ప్రత్యేకమైన లక్షణాలు ఉన్న జీర్ణమాలలని ప్రాణ్యముల జాబితాలలో వేసి లెక్కిస్తారు. కొన్ని ఉదాహరణలు చూద్దాం.

పట్టుపురుగులు తయారుచేసే పట్టు (silk) "ఫిబ్రోయిన్" (Fibroin) అనే ప్రాణ్యముతో తయారయింది. ఈ ఫిబ్రోయిన్ అనే నవామ్లాల గొలుసులో మూడే మూడు రకాల నవామ్లాలు, అనగా (Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala)n ఉన్నాయి. మూడే మూడు నవామ్లపు రకాలు ఉన్నా పట్టు బాగా ఉపయోగపడే వస్తువు కనుక ఈ ఫిబ్రోయిన్ ని ప్రాణ్యముల జాబితాలో వేసేరు.

మన శరీరం అనే కట్టడం నిర్మాణానికి రక్తం, కండరాలు, ఎముకలు, గోళ్లు, జుత్తు, వగైరా "అవయవాలు" కావాలి కదా. వీటి నిర్మాణానికి రకరకాల ప్రాణ్యములు కావలసి ఉంటుంది. రక్తానికి ముఖ్యం హిమోగ్లోబిన్ అనే ప్రాణ్యం. కండరాల నిర్మాణానికి మయోగ్లోబిన్ అనేది కావలసి ఉంటుంది. గోళ్లు, గిట్టలు, జుత్తు, మొదలైనవి తయారు కావాలంటే కాలజెన్ (collagen) అనే ప్రాణ్యం కావాలి. పట్టుతో పోల్చితే ఈ హిమోగ్లోబిన్ కట్టడి, కాలజెన్ కట్టడి ఉత్త క్లిష్టమే కాదు, క్లిష్టతమం! హిమోగ్లోబిన్ గురించి వేరొకచోట వివరంగా ప్రస్తావిస్తాను.

శరీర నిర్మాణం లోనే కాదు, శరీర రక్షణలో కూడ కూడ ప్రాణ్యములకి కీలకమైన పాత్ర ఉంది. బేక్టీరియా (bacteria) వంటి సూక్ష్మజీవుల దాడి వల్ల శరీరం రోగగ్రస్తం అవుతుంది కదా. బేక్టీరియా శరీరంలో ప్రవేశించినప్పుడు వాటిని ఎదుర్కొని పోరాడటానికి శరీరం ప్రతికాయాలు (antibodies) తయారు చేస్తుంది. ఈ ప్రతికాయాలు ఒక విధమైన ప్రాణ్యములు. ఒకొక్క రకం జబ్బు ఒకొక్క బేక్టీరియా వల్ల కలుగుతుంది కనుక ఆయా రకాల బేక్టీరియాలని ఎదుర్కొనడానికి ఆయారకం ప్రతికాయాలు తయారు కావాలి. అంటే ప్రతికాయాలు అన్నీ ఒకేలా ఉండవు.

15.1 హార్మోనులు లేదా ప్రచోదకాలు

ప్రాణ్యాలు చేసేవి, చెయ్యగలిగేవి ఇంకా ఎన్నో ఉన్నాయి. శరీరంలోని కొన్ని (ప్రత్యేకించి, వినాళ) గ్రంథులలో హార్మోనులు (hormones) తయారవుతాయి. ఈ "హార్మోను" అనే మాట గ్రీకు భాషలో ప్రచోదనం అని కాని ప్రేరణ కారణం అని కాని అర్థాన్ని ఇస్తుంది. దీనిని కావలిస్తే ప్రచోదకి అనో, ప్రచోదకం అనో, ప్రేరకి అనో మనం తెలుగులో ప్రయోగం చేసి చూడవచ్చు.

ఈ హార్మోనులు సరి అయిన వేళకి సరి అయిన మోతాదులో తయారు కాకపోతే ప్రాణానికే ప్రమాదం. ఉదాహరణకి పెద్ద గాయం తగిలి ఆగకుండా రక్తం కారిపోతూ ఉంటే ప్రాణం పోతుంది. రక్తం త్వరగా గడ్డ కట్టాలి. మెదడు వంటి ముఖ్యమైన భాగాలకి రక్తం సరఫరా ఆగిపోకూడదు. కనుక రక్తం పీడనం (blood pressure) పడిపోకుండా ఆపాలి. ఈ పనులన్నీ క్రమబద్ధంగా జరగడానికి ప్రచోదకాలు (హార్మోనులు) కావాలి.

నిజానికి అనుదినం, అనుక్షణం ఈ ప్రచోదకాల పర్యవేక్షణలో పదులకొద్దీ పనులు మన శరీరంలో జరుగుతూనే ఉంటాయి. మనం అనుభవించే అనుభవాలని, అనుభోగాలనీ – భయం అనండి, ఆకలి అనండి, అలసట అనండి, ఆనందం అనండి - హార్మోనుల పర్యవేక్షణలోనే జరుగుతూ ఉంటాయి. అబ్బాయిల మూతి మీద మీసాలు పెరగాలన్నా, అమ్మాయిల శరీరంలో ఒంపుసొంపులు రావాలన్నా హార్మోనులు సరిగ్గా వేళకి పని చెయ్యాలి.

ప్రచోదకాలు శరీరంలో జరిగే రసాయనిక ప్రక్రియలని నియంత్రిస్తాయి. రక్తపు పోటు ఉండవలసిన స్థాయిలో ఉండేటట్టు చూసుకుంటాయి.

టూకీగా చెప్పాలంటే ప్రచోదకాలు వార్తలని మోసుకెళ్లే చిన్న చిన్న ప్రాణ్యపు తునకలు. ఒక విధంగా చూస్తే ఇవి సంచార దీపాలు (traffic lights) వంటివి. వీధులలో సంచార దీపాలు వాహనాల ప్రవాహాన్ని ఎలా నియంత్రిస్తాయో అదే మాదిరి రక్తం ద్వారా ప్రయాణం చేసే వార్తలని ఈ ప్రచోదకాలు నియంత్రిస్తాయి.

15.2 ఎంజైములు లేదా అజములు

ఒక రసాయన ప్రక్రియ జరగాలంటే సాధారణంగా రెండు కాని అంతకంటె ఎక్కువ కాని ఘటకద్రవ్యాలు ఉంటాయి. ఉదజని, ఆమ్లజని సంయోగం చెందితే నీరు వస్తుంది. అలాగని ఉదజని వాయువుని, ఆమ్లజని వాయువుని ఒక బుడ్డిలో పోసి, గిలకరిస్తే నీరు పుట్టుకొచ్చెయ్యదు; ఆ రెండూ కలసి ఉన్న చోట ఒక నిప్పు చురక తగిలిస్తే - అంటే, ఆమ్లజని సమక్షంలో ఉదజని మండినప్పుడు నీరు పుడుతుంది.

ఇదే విధంగా కొన్ని రసాయన ప్రక్రియలు జరగాలంటే వేడి చెయ్యాలి. వంట ఒక రసాయనిక ప్రక్రియ కనుక వంటకి వేడి కావాలి. మరొక ఉదాహరణ. హైడ్రొజెన్ పెరాక్సైడ్ అనే రసాయనం ఒకటి ఉంది. చూడడానికి నీళ్లలాగనే ఉంటుంది. ఈ ద్రవాన్ని పళ్లెంలో పోసి అలా వదిలేస్తే నెమ్మదిగా నీరుగా మారిపోతుంది. ఈ ప్రక్రియని ఈ దిగువ చూపించిన సమీకరణంతో సూచించవచ్చు:

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

ఈ ప్రక్రియ అతి నెమ్మదిగా జరుగుతుంది కనుక దీనిని సీసాతో కొనుక్కుని ఇంట్లో వాడుకోవచ్చు. రంగు సీసాలలో పోసి, బిరడా పెట్టి అమ్ముతారు. కాని మేంగనీస్ డైఆక్సైడ్ సమక్షంలో ఈ ప్రక్రియ బుసబుసమంటూ త్వరగా జరిగిపోతుంది. మేంగనీస్ డైఆక్సైడ్ చెక్కు చెదరకుండా అలానే ఉంటుంది. ఈ సందర్భంలో మేంగనీస్ డైఆక్సైడ్ నెమ్మదిగా జరుగుతూన్న రసాయన ప్రక్రియని రెచ్చగొట్టి, ప్రేరేపించి, త్వరపరచింది. అందుకని దీనిని తెలుగులో "ఉత్ ప్రేరకి" అనిన్నీ ఇంగ్లీషులో కేటలిస్ట్ అనిన్నీ అంటారు. ఇటువంటి ఉత్ ప్రేరకులు లేకపోతే మనం రసాయన పరిశ్రమలని లాభదాయకంగా నడపలేము. పనులు తొందరగా అవాలంటే ఉత్ ప్రేరకులు కావలసి ఉంటుంది. మనం తెలుగులో కూడ "ప్రేరణ కారకుడు" అనే పదబంధం వాడుతూ ఉంటాం కదా!

జీవకణాలలో కూడ (జంతుజాలంలో కాని, వృక్షజాలంలో కాని) అనేక రసాయన ప్రక్రియలు జరుగుతూ ఉంటాయి. వీటిని త్వరపరచాలంటే వీటికి అగ్గిపుల్ల వేసి మండించలేము కదా. ఈ ప్రక్రియలన్నీ తక్కువ ఉష్ణోగ్రత దగ్గర త్వరిత గతిని జరుగుతూ పోవాలి. అందుకని

జీవరసాయన పరిధిలో ఉత్ ప్రేరకులు అత్యవసరం. ఈ సందర్భంలో ఉపయోగపడే ఉత్ ప్రేరకాలని శరీరమే తయారు చేసుకోవాలి. శరీరంలో కట్టడిరాళ్లుగా (లేదా, కట్రాళ్లుగా) ఉపయోగపడే పదార్థం "ప్రాణ్యం" కనుక ఈ ఉత్ ప్రేరకాలు కూడ ప్రాణ్యములే. ఈ సందర్భంలో, ఈ రకం పని చేసే ప్రాణ్యములని ఇంగ్లీషులో "ఎంజైంస్" (enzymes) అంటారు. అనగా, జీవకణాలలో పని చేసే "కేటలిస్టు" లని "ఎంజైం" లు అంటారు. కేటలిస్ట్ ని "ఉత్ ప్రేరకం" అన్నాం. అలాగే "ఎంజైం'' ని "అజము" అందాం. అజ అంటే రథికుడు, సూత్రధారుడు, నాయకుడు, పరబ్రహ్మ, మొదలైన నానా అర్థాలు ఉన్నాయి. జీవకణంలో జరిగే రసాయన ప్రక్రియని దగ్గర ఉండి జోరుగా జరిపించే సూత్రధారి కనుక "ఎంజైం" లని అజములు అనడం సమంజసంగానే ఉందనిపిస్తోంది.

నేను పెట్టిన "అజము" అన్న మాట మీకు నచ్చదు; నాకు తెలుసు. ఇంగ్లీషులో ఉన్న కేటలిస్ట్‌నీ ఎన్‌జైం ని అలా వాడేసుకుంటే సరిపోలేదా అని మీకు ఉంటుంది, తప్పకుండా. నేను వద్దనడం లేదు. కాని, ఈ పేర్లు ఇంగ్లీషులోకి ఎలా వచ్చేయో చూద్దాం. గ్రీకు భాషలో "కేటలిస్ట్" అంటే "ఒదులు చేసేది" అని అర్థం వస్తుంది. బిగుసుకుపోయిన ఉంగరాన్ని ఒదులు చెయ్యడానికి సబ్బునీళ్లు వాడినట్లే బిగుసుకుపోయిన రసాయన ప్రక్రియని కేటలిస్టు ఒదులు చేస్తుందని భాష్యం చెప్పుకోవచ్చు. ఈ కేటలిస్టు అనే మాట తయారుగా ఉండగా ఎందుకనో "ఎంజైం" అని మరొక మాట కనిపెట్టేరు. గజ్జి, చిడుము, ఎక్జిమా మొదలైన మాటలకీ ఈ ఎంజైం కీ కొద్దిగా బాదరాయణ సంబంధం ఉంది. గ్రీకు భాషలో "ఎక్" (ek) అంటే "నుండి" అని అర్థం.
insert quote before "marigE…
"జీయిన్" (zeein) అంటే "మరుగుట" అని అర్థం. కనుక "ఎక్జిమా" అంటే మరిగే దాంట్లో నుండి" అని అర్థం. మరుగుతూన్న నీళ్లల్లోంచి చిన్న చిన్న బుడగలు వస్తాయి కదా. అదే విధంగా చర్మం మీద కనిపించే పొక్కులని చూసి లోపల ఏదో ఉడుకుతోందన్న భ్రమతో దీనికి

“ఎక్జిమా” అని పేరు పెట్టేరు. మన తెలుగు దేశంలో కూడ “వేడి చేస్తే” చర్మం మీద పెద్ద పెద్ద కురుపులు వేస్తాయని అనడమే కాకుండా వాటికి ”సెగ్గెడ్డలు” అని పేరు కూడ పెట్టేరు. “సెగ” అంటే మంట నుండి వచ్చే వేడి. ఇక “జీయిస్” నుండి “జైం” రావడం, అందులోంచి “ఎన్‌జైం" రావడం ఎలాగో ఊహించడం కష్టం కాదు. పోతే గ్రీకు భాషలోకి ఈ జీయిస్ శబ్దం ఎక్కడ నుండి వచ్చిందంటారు? ఈ “జీయిస్” శబ్దం – అహఁ - మన పవిత్ర సంస్కృతం నుండి. సంస్కృతంలో “జెస్” అనే ధాతువు అర్థం “నీటి మీద ఉండే నురుగ.” ఝుర్, ఝురీ మొదలైనవి ఈ జెస్ మూలం నుండే పుట్టి ఉండవచ్చు. ఈ జెస్ శబ్దం నుండే ఇంగ్లీషులోని “ఈస్ట్” (yeast) వచ్చిందిట. పిండిని పులియబెట్టడానికి “ఈస్టు” వాదతారు. మనిషికి అనాది నుండీ తెలిసిన అజము “ఈస్ట్!” ఈ కథ అంతా ఎందుకు చెప్పుకొచ్చానంటే కేటలిస్టు కి “ఉత్ ప్రేరకి” అనిన్నీ ఎంజైం కి “అజము” అని నేను పెట్టిన తెలుగు పేర్లని సమర్ధించడానికి!

శరీరం తన స్వధర్మ నిర్వహణలో ఈ అజముల పాత్ర ఏమిటి? చైతన్యవంతమైన శరీరంలో ఎల్లప్పుడు అనేక రసాయన ప్రక్రియలు అలా జరుగుతూనే ఉంటాయి. కొన్ని సందర్భాలలో ఈ ప్రక్రియలు అతి జోరుగా జరగాలి. రసాయన ప్రక్రియని జోరు చెయ్యాలంటే తేలిక మార్గం వేడి చెయ్యటం. కాని శరీరాన్ని వేడి చెయ్యడం ఎలా? వేడి చెయ్యడం కుదరని సందర్భాలలో పీడనం (pressure) పెంచి చూడవచ్చు. జీవకణాలలో పీడనం పెంచడం ఎలా? వీటన్నిటి కంటె సులభమైన మార్గం మరొకటి ఉంది. జరగవలసిన రసాయన ప్రక్రియని ఒక అజము సమక్షంలో జరపడం. శరీరంలో జరిగే పద్ధతి ఇదే! ఉదాహరణకి పెద్ద గాయం తగిలి రక్తం విపరీతంగా స్రవిస్తోందని అనుకుందాం. అప్పుడు రక్తం జోరుగా గడ్డ కట్టాలి. లేకపోతే ప్రాణానికే ప్రమాదం. రక్తం త్వరగా గడ్డ కట్టాలంటే శరీరంలో శరవేగంతో కొన్ని రసాయన ప్రక్రియలు

జరగాలి. ఈ పనులు తొందరగా జరగడానికి అజములు తోడ్పడతాయి. (రక్తం ఎలా గడ్డ కడుతుందో తెలుసుకోవాలని ఉంటే నేను రాసిన "జీవనది: రక్తం కథ" చదవండి.)

తిన్న తిండి జీర్ణం అయి ఒంట పట్టడానికి పెప్సిన్ (pepsin) అనే అజము కావలసి ఉంటుంది. ఒంటబట్టడం అంటే ఏమిటి? తినే తిండిలో కర్బనోదకాలు, కొవ్వులు, ప్రాణ్యములు, విటమినులు, లవణములు ఉంటాయని మనకి తెలుసు. కర్బనోదకాలు అజముల సమక్షంలో
ra చక్కెరుగా మారి, ప్రత్యేకించి గ్లూకోజుగా మారి, మనకి శక్తిని ఇస్తాయి. ప్రాణ్యములనే పొడుగాటి, మెలికలు తిరిగిన నవామ్లాల గొలుసులని ఈ అజములు విరగ్గొట్టి, చిన్న చిన్న జీర్ణమాలలుగా చేసి, వాటిని శరీరానికి కావలసిన విధంగా తిరిగి గొలుసులుగా అమర్చి కొత్త
vallanE కొత్త ప్రాణ్యములని తయారు చేస్తాయి. అందువ్లనే మేక మాంసం తిన్న వాడి రక్తంలోను, పప్పు, దప్పళం తిన్న వాడి శరీరంలోను కనిపించే హిమోగ్లోబిన్ - మాటవరసకి – ఒక్కలాగే ఉంటుంది. ఈ అజములు లేకపోతే ప్రాణికి రోజు గడవదు.

ఈ అజములు కూడ ప్రాణ్యములే. ఈ అజములు ఇలా పని చెయ్యడానికి ఈ ప్రాణ్యములు ప్రత్యేకమైన తృతీయ కట్టడి (tertiary structure) ని ప్రదర్శించాలి. ఆ తృతీయ కట్టడిలో లోపం వచ్చిందంటే ఆ అజము చెయ్యవలసిన పని చెయ్యలేదు. ఈ అజములు పని చేసే తీరులో గోరంత తేడా వస్తే దాని పర్యవసానం కొండంత ఉండొచ్చు.

ఇలా శరీరంలో సర్వాంతర్యామిలా కనబడుతూ అనేక విధాలుగా మన మనుగడకి కీలకమైన ప్రాణ్యములలో ఎక్కడో మన ప్రాణానికి మూలాధారమైన రహశ్యం దాగి ఉందేమోనన్న అనుమానం రావడం సహజం. తల్లిదండ్రుల నుండి వచ్చే వారసత్వపు పోలికల రహశ్యాలు

కూడ ఈ ప్రాణ్యములలోనే దాగి ఉంటాయేమోనన్న అనుమానం రావడమే తడవుగా వీర్య కణాలలో ఉన్న ప్రాణ్యముల మీద, ఇతర జీవకణాలలో ఉన్న ప్రాణ్యముల మీద పరిశోధన ముమ్మరంగా పెరిగింది. ఈ సందర్భంలో ప్రాణ్యం జీవానికి మూలం అనే నమ్మకం ఏర్పడింది. అలా కుదరడంతో ప్రాణ్యముల కట్టడి, వాటి నిర్మాణశిల్పం అర్థం చేసుకుంటే జీవ రహస్యం బయట పడ్డట్టే అని చాల మంది అనుకున్నారు.

16. ప్రాణ్యముల నిర్మాణశిల్పం

నవామ్లాలు అనే పూసలని తీసుకుని పొడుగ్గా గొలుసులా అమర్చితే జీర్ణమాలలు వస్తాయని చెప్పుకున్నాం. ఈ పూసలు అన్నీ, నల్ల పూసలలా, ఒకే రంగులో కాకుండా 20 రంగులలో ఉన్నట్లు ఊహించుకున్నాం. అంతే కాకుండా ఈ పూసలకి గురివింద గింజలులా ముందు, వెనక అనే తారతమ్యం కూడా ఉంటుందని గమనించేం. ఇది చాలనట్లు ఈ పూసలకి పక్కన గొలుసులు లాంటి కట్టడాలు వేల్లాడుతూ ఉంటాయని చెప్పుకున్నాం. కొన్ని గొలుసులు పొట్టిగా ఉండొచ్చు, కొన్ని పొడుగ్గా ఉండొచ్చు. ఇక్కడ ఒక్క విషయం గమనించాలి. నవామ్లాలని కేవలం పొడుగాటి గొలుసులుగా గుచ్చితే అవి జీర్ణమాలలో, పొడుగాటి జీర్ణమాలలో, బహుజీర్ణమాలలో అవుతాయి కాని ప్రాణ్యములు అయిపోవు. సర్వ సాధారణంగా ఒక బహుజీర్ణమాల ప్రాణ్యపు లక్షణాలు ప్రదర్శించాలంటే ఆ గొలుసు "ఏక-దిశాత్మకం" (one-dimensional) గా – అంటే, తాడులా - కాకుండా ఉమ్మలు చుట్టుకుని చిక్కులు పడ్డ "త్రి-దిశాత్మక" (three-dimensional) అమరిక పొందాలి. అప్పుడే అది ప్రాణ్యములా ప్రవర్తిస్తుంది.

ఇక్కడ చిన్న ఉపమానం చెప్పుకుందాం. మేకుని గోడమీద కొట్టడానికి సుత్తి కావాలి, కత్తెర కాదు. కాగితాన్ని కత్తిరించడానికి కత్తెర కావాలి కాని చిత్రిక కాదు. అలాగే ఏదైనా ఒక పని చెయ్యడానికి "పనికి తగ్గ పనిముట్టు" వాడాలి. అదే విధంగా శరీరంలో జరిగే రకరకాల పనులకి రకరకాల ఆకారాలలో ఉన్న పనిముట్లు కావలసి ఉంటుంది. ఈ పనిముట్లు చెయ్యడానికి వాడే ముడిపదార్థం ప్రాణ్యం. కనుక ప్రాణ్యముల ఆకారాన్ని – చెయ్యవలసిన పనికి తగినట్లుగా - మార్చి తయారు చేసుకోవాలి. ప్రాణ్యముల "ఉండలు చుట్టుకుపోయిన" ఆకారానికి కారణం

ఇదే. ఒక ప్రాణ్యం చెయ్యవలసిన పనికీ, దాని అమరికకీ అవినాభావ సంబంధమే ఉంది. దీనిని ఇంగ్లీషులో form follows function అంటారు.

చర్మం లో కెరటిన్ (keratin) అనే ప్రాణ్యం ఉంది. అంటే, చర్మం అనే గోడ కట్టడానికి కెరటిన్ అనే ఇటికలు అవసరం. చర్మానికి కావలసినది గట్టితనం, దిట్టతనం. ఈ లక్షణాలు కెరటిన్ లోని నవామ్లపు గొలుసుల త్రి-దిశాత్మక అమరిక మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇదే కెరటిన్ జుత్తులోనూ ఉంటుంది. జుత్తులోని కెరటిన్ యొక్క నవామ్లపు గొలుసుల త్రి-దిశాత్మక అమరిక చర్మం లోని అమరికని పోలి ఉండనక్కర లేదు. ఉదాహరణకి జుత్తులోని కెరటిన్ లోని నవామ్లపు గొలుసులు రాట మీదకి ఎక్కే పాదు వలె సర్పిలాకారంతో మెలికలు తిరిగి ఉంటాయి. ఇలా లత మాదిరి సర్పిలాకారంగా చుట్టలు చుట్టుకుపోయిన నవామ్లాల అమరికని "ఆల్ఫా" అమరిక (alpha configuration) అంటారు. ఇలా చుట్టుకోకుండా గొలుసు బారుగా ఉంటే దానిని "బీటా" అమరిక (beta configuration) అంటారు.

సర్వసాధారణంగా చాల నవామ్లాలు ఆల్ఫా అమరికలో – అంటే రాటకి ఎక్కిన పాదు ఆకారంలో – ఉంటాయి. పాదుకి ఆసరాగా రాట ఉంది కాని ఇక్కడ "రాట" ఏదీ? నవామ్లాల కట్టడిలో "రాట లాంటి" శక్తి ఉంది కాని అది కంటికి కనిపించదు అని లైనస్ పాలింగ్ (Linus Pauling) చెప్పేరు. ఈ అదృశ్యమయిన రాటని ఆయన "ఉదజని బంధం" (Hydrogen bond) అన్నారు. ఈ ఉదజని బంధమే నవామ్లపు గొలుసులని మెలికలు తిప్పి ఉంచుంతుదని పాలింగ్ అన్నారు. ఎలా? ప్రతి నవామ్లం లోను ఉదజని, ఆమ్లజని, నత్రజని ఉంటాయని మనకి తెలుసు. ఉదజని అణువుకి స్వతస్సిద్ధంగా బహు కొద్ది ధన విద్యుదావేశం (positive electrical charge) ఉంటుందనిన్నీ, ప్రతి ఆమ్లజని, నత్రజని అణువులకి బహు కొద్ది ఋణావేశం (negative charge) ఉంటుందని ఆయన చెప్పేరు. నవామ్లపు గొలుసులలోని

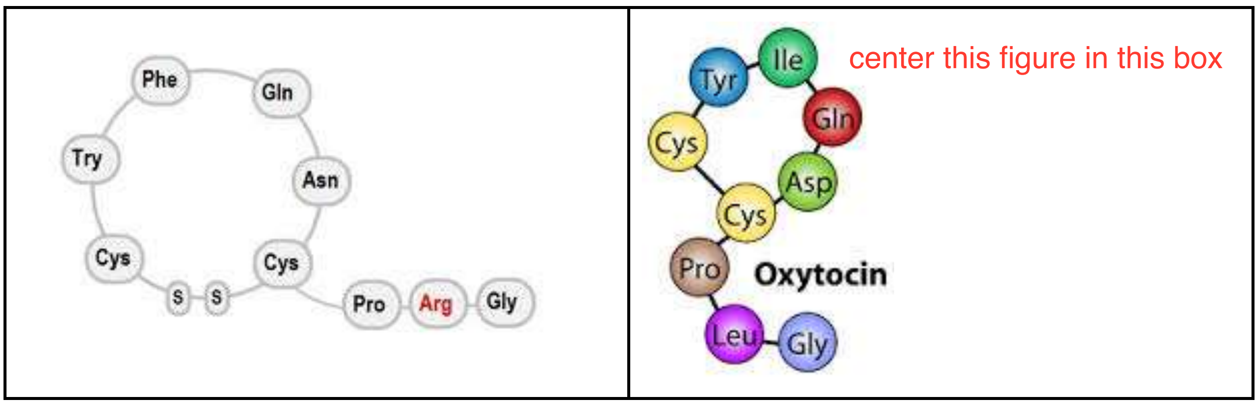
పూసల అమరికని బట్టి ఉదజని-ఆమ్లజనులు కాని, ఉదజని-నత్రజనులు కాని పక్క పక్క స్థానాలు ఆక్రమించే విధంగా మెలిక తిరిగితే, పైన చెప్పిన ధన, రుణ ఆవేశాల మధ్య ఉండే ఆకర్షక శక్తికి కారణంగా ఆ మెలిక విడిపోకుండా నిలుస్తుంది. ఈ శక్తినే ఆయన ఉదజని బంధం అన్నారు. ఈ ఉదజని బంధం అంత పటిష్టమైనది కాదు. నీరు తగిలినా, వేడి తగిలినా, కుదుపు ఎక్కువ అయినా ఈ బంధం పుటుక్కున తెగిపోతుంది. అప్పుడు గొలుసులో పడ్డ మెలిక నిలవదు. రాటని తీసేస్తే పాదు కూలబడిపోయినట్లు నవామ్లపు దండ తన ఆకారాన్ని పోగొట్టుకుంటుంది. అప్పుడు ఆ ప్రాణ్యం చెయ్య వలసిన పని చెయ్యలేదు. అంటే, ఆ ప్రాణ్యం చచ్చిపోయిందన్నమాట.

నవామ్లాలతో తయారు కాబడి, ఇలా సర్పిలాకారంలో ఉండే జుత్తుని తడిపినప్పుడు “పొడి పొడుగు” కంటె “తడి పొడుగు” దరిదాపు మూడింతలు ఎక్కువ ఉంటుంది. ఉంగరాల జుత్తుని సాఫు చేస్తే కనిపించే పొడుగు కంటె తడిపిన జుత్తు ఎక్కువ పొడుగ్గా ఉంటుంది. దీనికి కారణం సర్పిలాకారంలో ఉన్న నవామ్లాల గొలుసులోని “ఉదజన బంధాలు” సడలి పోవడమే.

ఉదజని బంధం నీరసమైన బంధం. ఇంతకంటె పటిష్టమైన బంధం మరొకటి ఉంది. దీని పేరు ద్విగంధక బంధం (disulfide bond). పైకి పాకుతూన్న పాదుని చిన్న తాడుతో రాటకి కట్టేమనుకోండి. అప్పుడు ఈ ద్విగంధక బంధం తాడు లాంటిది అన్నమాట. ఈ రకం బంధం ఎక్కడ, ఎలా పనిచేస్తుందో సోదాహరణంగా వివరిస్తాను.

ఆక్సిటోసిన్ (Oxytocin), వాసోప్రెస్సిన్ (Vasopressin) అనే హార్మోనులు రెండు ఉన్నాయి. ఈ రెండూ చాల పొట్టిగా ఉండే నవామ్లాల గొలుసులే (బొమ్మ 16.1). వీటిల్లో వాసోప్రెస్సిన్ సంగతి ముందు చూద్దాం. దీనికి శరీరంలో చాల ముఖ్యమైన పాత్ర ఉంది: రక్తంలోని నీరు,

గ్లూకోజు, లవణాలు, వగైరాల మట్టాలు ఒక అదుపులో ఉండేటట్టు చూసే బాధ్యత ఈ హార్మోనుది. వాసోప్రెస్సిన్ లో ఎనిమిదే ఎనిమిది నవామ్లాలు ఉన్నాయి. మూడక్షరాల సంక్షిప్త లిపిలో వాటి పేర్లు: Arg, Asp, Cys, Gln, Gly, Phe, Pro, Tyr, Cys. ఇక్కడ Cys ని ఒక్కసారే లెక్కపెడితే, మన దగ్గర ఎనిమిది పూసలు ఉన్నాయి. వీటికి పక్క గొలుసులు ఉన్నాయి. వీటిల్లో Cys "జంట పూస." ఈ జంట పూసలో ద్విగంధక బంధం ఉంది. కనుక ఈ గొలుసు బొమ్మలో చూపిన విధంగా ఒంగి తీరాలి (బొమ్మ 16.1)

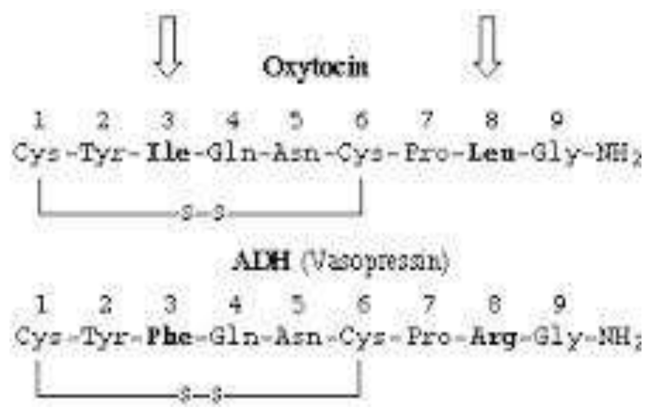


బొమ్మ 16.1 వాసోప్రెస్సిన్ (ఎడం పక్క), ఆక్సిటోసిన్ (కుడి పక్క) అనే హార్మోనులలో ఉండే నవామ్లాల అమరికలు

ఆక్సిటోసిన్ తక్కువదేమీ కాదు. దీనిని "బాంధవ్య హార్మోను" అనొచ్చు. తల్లి ప్రసవ వేదన సమయంలో ఈ హార్మోను అత్యధికంగా తయారయి రక్త ప్రవాహంలోకి విడుదల అవుతుంది. దీని ప్రభావం వల్లనే గర్భద్వారం తెరుచుకోవడం, పాలిండ్లు చేపుదేరి పాలు ప్రవహించడం, తల్లికి పిల్లకి మధ్య విడదీయరాని బంధం ఏర్పడడం జరుగుతాయి. మన వాళ్లు, పరాయి వాళ్లు అనే బేధ భావాలు ఏర్పడడానికి కూడ ఈ హార్మోనే కారణం అంటున్నారు. "కులం పేరుతో మన దేశంలో జరిగే విపరీతాలకి కారణం ఈ హార్మోనే అయి ఉండొచ్చు" అంటూ నేరాన్ని ఈ హార్మోను మీదకి తోసెయ్యగలిగితే మనం మన కులం వాళ్లకి తప్ప ఇతరులకి

నాయక పాత్రలు, నాయకురాలి పాత్రలు రాకుండా చూసుకోవచ్చు. స్నేహితులని కాని, పిల్లలని కాని, ప్రియులని కాని 20 క్షణాలు కౌగలించుకునే సరికి ఈ హార్మోను రక్తంలో ప్రవేశించి మనస్సుని ఆహ్లాదపరుస్తుందిట. అందుకనే పలకరింపులు, నమస్కారాలు, కరచాలనాలు కంటె బుజం మీద చెయ్యి వేసి, దగ్గరగా తీసుకుని హృదయానికి హత్తుకోవడం ఆరోగ్యానికి మంచిదేమో! ప్రత్యేకించి, తన్యతాభరితమైన ఈ రోజుల్లో పిల్లలని చేరదీసి ఆలింగనం చెయ్యడం వారి ఆరోగ్యానికి మంచిది.

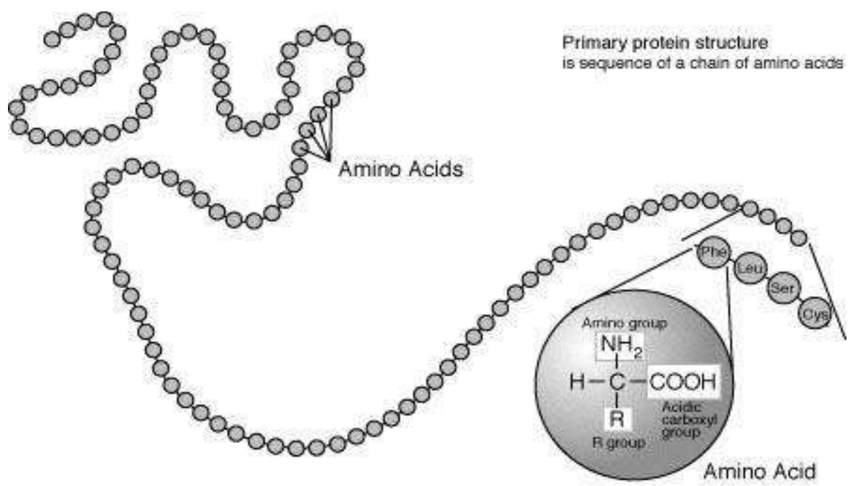
తమాషా ఏమిటంటే ఈ రెండింటిలోను ఎనిమిదే నవామ్లాలు ఉండడం ఒకటైతే, కేవలం రెండు నవామ్లాల మార్పుతో వాటి లక్షణాలు మారడం విశేషం. ఈ పోలిక చూడాలంటే బొమ్మ 16.2 ని జాగ్రత్తగా పరిశీలించి చూడండి.



బొమ్మ 16.2 వాసోప్రెస్సిన్, ఆక్సిటోసిన్ అనే హార్మోనుల, వాటి లో ఉండే నవామ్లాల అమరిక ఒకటే, బాణం గుర్తు ఉన్న చోట నవామ్లాలలో మార్పు గమనించండి.

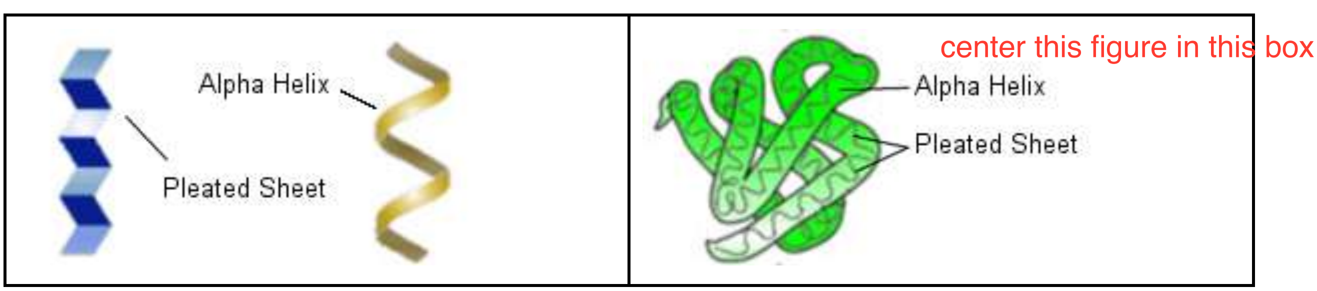
ఈ అధ్యాయం ముగించే లోగా ప్రాణ్యముల నిర్మాణశిల్పంలో ఉన్న మరొక్క విశిష్టతని గుర్తిద్దాం. నవామ్లాలు అనే పూసలని గొలుసులా అమర్చినప్పుడు వాటిని ఏ వరుసలో

అమర్చేమో చెప్పేదానిని ప్రాథమిక కట్టడి (primary structure) అంటారు. బొమ్మ 16.3 లో ప్రాథమిక కట్టడి అంటే ఏమిటో చూపెడుతున్నాను.



బొమ్మ 16.3 ప్రాణ్యముల ప్రాథమిక కట్టడి ఆకారం

ఈ పూసల గొలుసు సర్పిలాకారంలో (ఆల్ఫా అమరికలో), మెలికలు తిరిగిన పాదులా ఉందా, లేక నాలుగు పేటల చంద్రహారంలా (బీటా అమరికలో) ఉందో చెప్పేదానిని ద్వితీయ కట్టడి (secondary structure) అంటారు. ఈ ఆల్ఫా కట్టడాలు కాని, బీటా కట్టడాలు కాని ముడతలు పడి ఉన్నప్పుడు అవి ఎలా ముడతలు పడ్డాయో వర్ణించి చెప్పేదానిని తృతీయ కట్టడి (tertiary structure) అంటారు. బొమ్మ 16. 4 చూడండి.

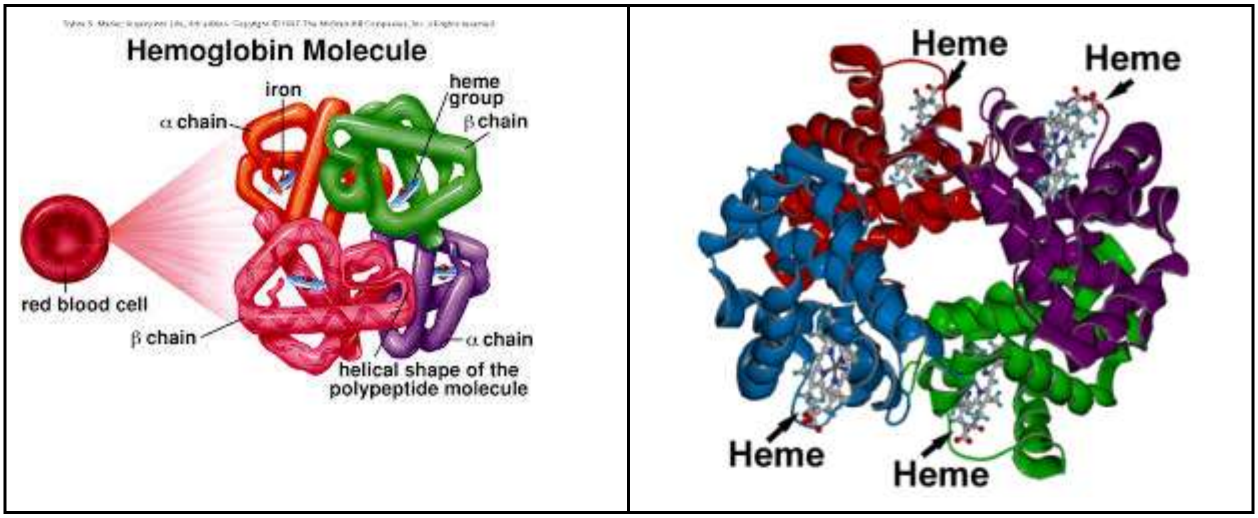


బొమ్మ 16.4 ప్రాణ్యముల ద్వితీయ, తృతీయ కట్టడి ఆకారాలు

17. హిమోగ్లోబిన్, రక్తచందురం, పత్రహరితం

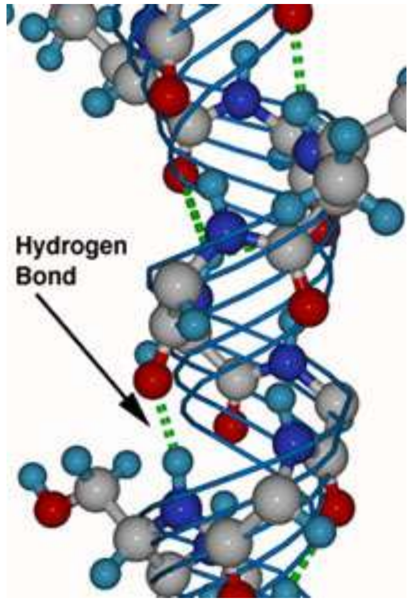
ప్రాణ్యముల వైవిధ్యతనీ, నిర్మాణశిల్పాన్నీ, వాటి చాతుర్యతనీ ప్రస్తావించే సందర్భంలో ఒక ముఖ్యమైన ప్రాణ్యము – హిమోగ్లోబిన్ - యొక్క కట్టడిని గురించి కొద్దిగా ముచ్చటిస్తాను. ఊపిరి తిత్తులలోని ప్రాణవాయువు (ఆమ్లజని) ని సేకరించి ధాతువులకి అందజేయడంలోను, జీవకణాలలో తయారయే “కార్బన్ డై ఆక్సైడ్” అనే కల్మష వాయువుని ఊపిరితిత్తుల దగ్గరకి మోసుకెళ్లడంలోను ఈ హిమోగ్లోబిన్ చాల కీలకమైన పాత్ర వహిస్తుంది. ఈ పని చెయ్యడానికి వీలుగా హిమోగ్లోబిన్ కట్టడి ఎలా సహాయపడుతుందో చూద్దాం.

హిమోగ్లోబిన్ గోళాకారపు (globular) ప్రాణ్యం. కంటితో చూడగలిగితే ఈ బణువు లుమ్మ చుట్టిన చిన్న దారపు ఉండలా ఉంటుందని ఊహించుకోవచ్చు. ఈ దారపు ఉండలాంటి కట్టడిని విడగొట్టి చూస్తే ఇందులో నాలుగు అంతర్భాగాలు ఉంటాయి (బొమ్మ 17.1 చూడండి. ఇటువంటి బొమ్మలు కేవలం ఊహాచిత్రాలు). ఈ బొమ్మలో ఈ నాలుగు అంతర్భాగాలని, నాలుగు రంగులలో, చుట్టలు చుట్టుకుపోయిన రిబ్బను మాదిరి చూపించడం జరిగింది. ఈ చుట్టలే హిమోగ్లోబిన్ లో ఉన్న ప్రాణ్యపు బణువుల “వెన్నెముకలు.” (ఈ బొమ్మలో ప్రాణ్యపు బణువులని గుర్తించడం కొంచెం కష్టం కావచ్చేమో కాని ఆ బణువులలో ఉన్న అణువులని చిన్న చిన్న రంగు సున్నలుగా చూపించడం జరిగింది.) ఈ నాలుగు రంగుల చుట్టలే కాకుండా బొమ్మలో నాలుగు “హీం” (heme) బణువులని “పూసలు-పుల్లలు” నమూనాలో చూపడం జరిగింది. ఈ కట్టడి అంతా ఈ ఆకారంలో ఉండబట్టే హిమోగ్లోబిన్ కి ఆమ్లజనిని దక్షతతో రవాణా చెయ్యగలిగే స్థోమత వచ్చింది. అదెలాగో చూద్దాం.



బొమ్మ 17.1 హిమోగ్లోబిన్ బణువు నమూనా. ఎడం పక్క బొమ్మలో స్థూలంగా రెండు ఆల్ఫా గొలుసులు, రెండు బీటా గొలుసులు చూపించేం. కుడి వైపు బొమ్మలో అదే సమాచారం మరి కొంచెం వివరంగా చూపించేం.

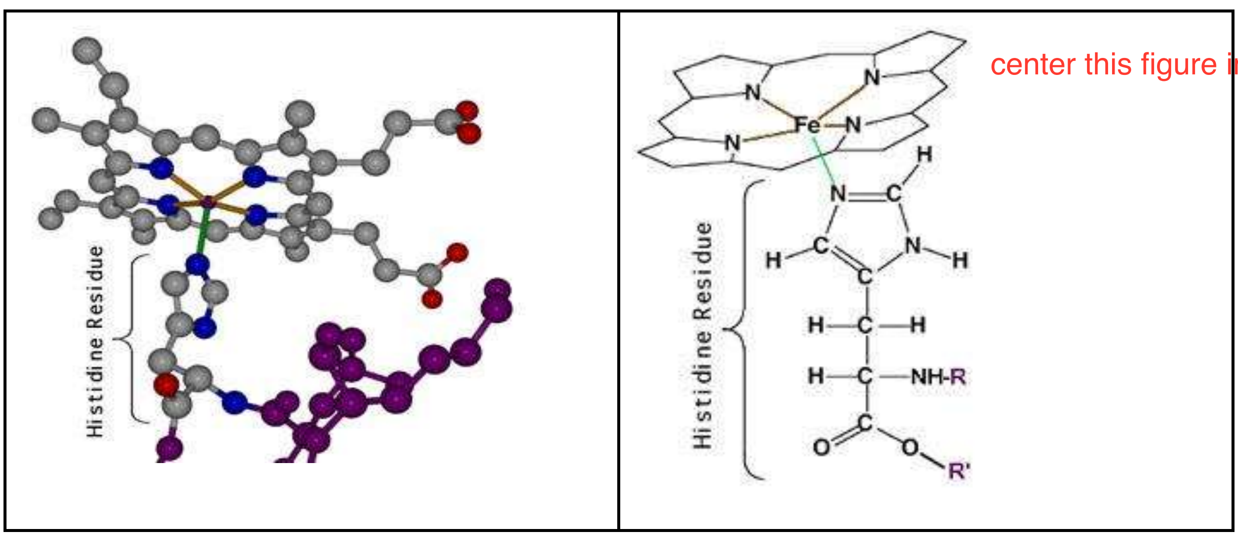
ఈ బొమ్మలో చుట్టలు చుట్టుకుని రంగు రిబ్బనులులా ఉన్న రెండింటి ఆకారాలని పరిభాషలో "ఆల్ఫా సర్పిలం లేదా ఆల్ఫా గొలుసు" (alpha helix or alpha chain) అంటారు. మిగిలిన రెండింటిని బీటా గొలుసులు అంటారు. ఈ రిబ్బనుల అంతర్భాగాలని సందర్శించగలిగితే వాటిలో అణువుల నిర్మాణం ఎలా ఉంటుందో బొమ్మ 17.2 లో చూపెడుతున్నాను. సర్పిలం ఆకారంలో ఉన్న ఈ కట్టడం నవామ్లాలు అనే ఇటికలతో తయారయింది. ఈ బొమ్మలో మెలికలు తిరిగిన నీలం గీతలు - మన సదుపాయం కోసం – అణువుల అమరిక సర్పిలాకారంలో ఉందని చూపడానికి చిత్రకారుడు గీసిన గీతలు. బొమ్మలో ఉన్న ఆకుపచ్చ రంగు చుక్కల గీత -NH గుంపుకి -CO గుంపుకి మధ్య ఉన్న ఉదజని బంధాలని చూపెడుతోంది.



బొమ్మ 17. 2 ఆల్ఫా గొలుసు సర్పిలాకారంలో ఒంగడానికి ఉదజని బంధాలు ఎలా ఉపయోగపడతాయో ఈ బొమ్మలో చూడవచ్చు.

ఇలా బొమ్మ 17.1 లో నాలుగు "తొనలు" లా కనిపిస్తూన్న హిమోగ్లోబిన్ బణువులోని ప్రతి తొనలోను సర్పిలాకారంలో ఉన్నటువంటి ప్రాణ్యం పేరు గ్లాబ్యులిన్. దీనితో ఉన్న హీం బణువు ఒక రంజన ద్రవ్యం. రక్తానికి ఎరుపు రంగుని ఇచ్చే ఈ రంజన ద్రవ్యాన్ని తెలుగులో రక్తచందురం అని పిలుద్దాం. ఇప్పుడు ఈ హీం (లేదా, రక్తచందురం) సంగతి చూద్దాం. ఈ హీం బణువు నిర్మాణశిల్పం మరింత విపులంగా బొమ్మ 17.3 లో చూపెడుతున్నాను. ఈ బొమ్మలో ఎడం పక్క ఉన్నది "పూసలు-పుల్లలు" వంటి అమరిక. ఈ బొమ్మ పై భాగంలో "హీం" బణువు ఉంది, దిగువ భాగంలో "హిస్టిడీన్" బణువు ఉంది. ఇదే సమాచారాన్ని కుడి భాగంలో "బల్లపరుపుగా ఉన్న నిర్మాణక్రమం" (flat structural formula) లో చూపెడుతున్నాను. ఈ కుడి పక్క బొమ్మలో నిజానికి మనకి ఇప్పుడు కావలసినది పైన చట్రంలా ఉన్న హీం నిర్మాణక్రమం. ఈ చట్రం మధ్యలో ఒక ఇనుము (Iron, Fe) అణువు తొట్టెలో పెట్టిన పిల్లాడిలా ఉంది. ఈ తొట్టెని నాలుగు పక్కలా పట్టుకుని నాలుగు నత్రజని

(Nitrogen, N) అణువులు ఉన్నాయి. ఈ తొట్టెలో ఉన్న ఇనుము అణువు (Fe) ని అడుగు నుంచి హిస్టిడీన్ బణువు లాగుతూన్నట్లు ఉంది కదా (బొమ్మలో ఆకుపచ్చ గీత చూడండి). ఈ పరిస్థితిలో ఉన్నప్పుడు హీం బణువు ఆమ్లజనిని మొయ్యడం లేదు (తోట్టె ఖాళీగా ఉంది). తొట్టెలో ఒకే ఒక ఆమ్లజని బణువు ఇమడగలదు (అంటే, బణు రూపంలో ఉన్న ఆమ్లజని వెళ్లి ఇనుముకి అతుక్కుంటుంది). అలా అతుక్కున్న సందర్భంలో ఆ తొట్టె (ఆమ్లజని బరువుకి అని ఊహించుకోండి) బల్లపరుపుగా తయారవుతుంది. (సాధారణంగా తొట్టె ఖాళీగా ఉన్నప్పుడు బల్లపరుపుగా ఉంటుంది, తొట్టేలో పిల్లని పెట్టినప్పుడు అది కిందకి ఒంగుతుంది. కాని ఇక్కడ మన ఉపమానం దెబ్బ తిని వ్యవహారం దీనికి వ్యతిరేకం అయింది. అందుకని దీనిని – మాయాబజారు సినిమాలో “గిల్పం” లా – ఇక్కడ తొట్టే అనకుండా “గిట్టె” అందామా?) ఒక హిమోగ్లోబిన్ బణువులో ఇటువంటి “గిట్టెలు” నాలుగు ఉన్నాయి కనుక ఒక హిమోగ్లోబిన్ నాలుగు ఆమ్లజని బణువులని తనతో మొయ్యగలదు. “గిట్టె” లోకి ఆమ్లజని అణువు చేరేసరికి “గిట్టె” ఆకారం బల్లపరుపుగా “తట్ట”లా తయారవుతుంది.



center this figure in this box

బొమ్మ 17.3 హీం బణువు, దాని కింద హిస్టిడీన్ బణువు. పైన ఉన్న హీం బణువు నిర్మాణక్రమంలో నాలుగు నత్రజని అణువులతో ఉన్న చట్రం లాంటి ఆకారాన్ని పోర్ఫిరిన్ చక్రం అంటారు. ఈ చట్రం మధ్యలో ఇనుము ఉంటే అప్పుడు అది హీం అవుతుంది.

17.1 రక్తచందురం, పత్రహరితం

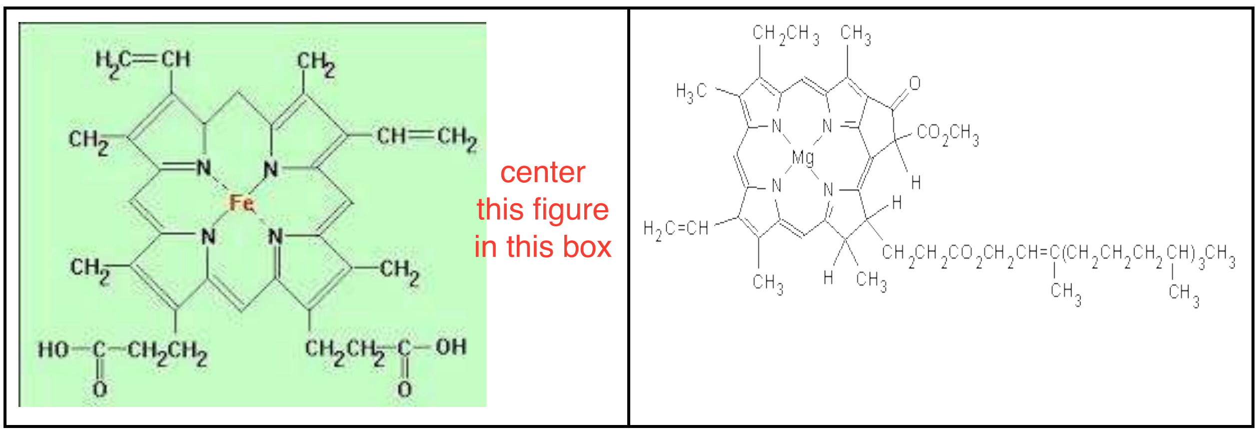
సందర్భం దొరికింది కనుక ఇక్కడ కొంచెం "వేదాంతం" మాట్లాడుకుందాం. జీవులని రెండు భాగాలుగా – అంటే, వృక్షములు, జంతువులు - విడగొట్టడం సమంజసంగా ఉంటుంది. ఈ రెండు వర్గాలకి మధ్య పోలికలు ఉన్నాయి, పోలికల కంటె తేడాలు ఎక్కువ ఉన్నాయి. జంతువులలో సర్వవ్యాప్తంగా కనిపించేది ఎర్రటి రక్తం; ఇది వృక్షములలో లేదు. అదే విధంగా, చెట్లలో సర్వవ్యాప్తంగా ఉన్నది ఆకుపచ్చ రంగు. జంతువులకి ఎర్రటి రక్తం వ్యాపార చిహ్నం అనుకుంటే, వృక్షములకి ఆకుపచ్చని పసరు వ్యాపార చిహ్నం.

వృక్షాల జాతికి పచ్చదనాన్ని ఇచ్చే పదార్థం పత్రహరితం. దీనిని ఇంగ్లీషులో "క్లోరొఫిల్" (chlorophyll) అంటారు. గ్రీకు భాషలో "క్లోరోస్" (chloros) అంటే పసుపాకుపచ్చ రంగు, "ఫిల్లన్" (phyllon) అంటే పత్రం లేదా ఆకు. కనుక "క్లోరొఫిల్" ని "పత్రహరితం" అంటే బాగానే ఉంటుంది. ఈ క్లోరోఫిల్ – లేదా, పత్రహరితం - అనేది ఒక రంజన ద్రవ్యం. దరిదాపుగా మొక్కలన్నిటికి, నాచుకీ, సయనోబేక్టీరియాకి పచ్చదనం ఇచ్చేది ఇదే.

పసరుకి పత్రహరితం ద్వారా పచ్చ రంగు వచ్చినట్లే రక్తానికి "హీం" (heme) ద్వారా ఎరుపు రంగు సంక్రమిస్తుంది. నిజానికి హిమోగ్లోబిన్‌లో ఉన్న రంజన ద్రవ్యం పేరు "హీం" (heme). మనం హీం ని తెలుగులో రక్తచందురం అందాం. పత్రాలకి పచ్చ రంగు ఇచ్చేది పత్రహరితం అయితే, రక్తానికి ఎరుపు రంగుని ఇచ్చేది రక్తచందురం.

ఈ రక్తచందురాన్ని, పత్రహరితాన్ని ఒకే సందర్భంలో, ఒకే గుక్కలో, అధ్యయనం చెయ్యడానికి కారణం ఉంది. ఉదాహరణకి పత్రహరితం నిర్మాణక్రమం ఈ దిగువ బొమ్మలో

(బొమ్మ 17.4 చ) చూపుతున్నాను. ఈ బణువు నడిబొడ్డులో ఒక మెగ్నీసియం అణువు (Mg), దాని చుట్టూ దిక్పాలకుల్లా నాలుగు నత్రజని (N) అణువులు, వాటి చుట్టూ మరికొంత అణుసమూహం ఉన్నాయి. ఇలా ఒక అణువు నడిబొడ్డులో ఒక లోహపు అణువు (metal atom) ఉన్న సందర్భాలు ప్రకృతిలో తరచు తారసపడుతూ ఉంటాయి. ఈ రకం పదార్థాలకి "చీలేట్లు" (chelates) అని పేరు పెట్టేరు. ఈ చీలేట్ల నడిబొడ్డులో ఉన్న లోహపు అణువుని మినహాయించగా మిగిలిన చట్రాన్ని "పోర్ఫిరిన్ చట్రం" (porphyrin ring) అంటారు. ఈ పోర్ఫిరిన్ చట్రం మనకి జీవరసాయనంలో తరచు కనిపిస్తుంది.



బొమ్మ 17.4 (క.) రక్తచందురం (హీం) నిర్మాణక్రమం. (చ.) పత్రహరితం నిర్మాణక్రమం.

ఈ పత్రహరితం నడిబొడ్డులో ఉన్న మెగ్నీసియం (Mg) ని తీసేసి ఆ స్థానంలో ఇనుము (iron లేదా Fe) అణువుని ప్రవేశపెడితే మనకి రక్తచందురం (లేదా, హీం) బణువు వస్తుంది. అంటే, వృక్షసామ్రాజ్యానికి పచ్చరంగునిచ్చే పత్రహరితానికీ, జంతుసామ్రాజ్యానికి ఎరుపు రంగు ఇచ్చే రక్తచందురానికీ మధ్య ఒకే ఒక్క అణువు తేడా! ఈ సారూప్యం అర్థం అవడం కొరకు రక్తచందురం (హీం) బణువు నిర్మాణక్రమం బొమ్మ 17.4 (క) లో చూపెడుతున్నాను.

పత్రహరితం నడిబొడ్డులో ఉన్న మెగ్నీసియం కి బదులు కోబాల్ట్ (Cobalt) ని ప్రవేశపెడితే మనకి విటమిన్ B-12 వస్తుంది. హీం లాగే ఈ B-12 కూడ ఎర్రగా ఉంటుంది. మన శరీర పోషణకి అత్యవసరమైన విటమిన్ ఇది. చెట్లు ఈ విటమిన్ ని తయారు చెయ్యలేవు కనుక పక్కా శాకాహారులకి ఈ B-12 విటమిన్ లభ్యం కాదు. కనీసం జంతుజనితమైన పాలు, పెరుగు, వెన్న, నెయ్యి అయినా తినాలి, లేక మనకి తెలియకుండా ఏ పులుసులో పడ్డ చీమలనో తినాలి తప్ప మరొక మార్గం లేదు.

కుతూహలం ఉన్న వారికి మరొక్క చిన్న అప్రస్తుతమైన అంశం. జంతువులన్నింటిలోనూ రక్తం ఎర్రగా ఉండదు. పీతలు, లాబ్‌స్టర్‌లు వంటి జంతుజాలంలో హిమోగ్లోబిన్ కి బదులు హిమోసయనీన్ (hemocyanine) ఉంటుంది. ఇందులో రెండు రాగి (copper) అణువులు కలసి ఒక ఆమ్లజని బణువు (O2) ని మోస్తాయి. (ఒక్క హిమోగ్లోబిన్ బణువు 4 ఆమ్లజని బణువులని మొయ్యగలదని మరచిపోకండి.) కనుక హిమోగ్లోబిన్ మీద ఆధారపడే కుందేలు కంటె హిమోసయనీన్ మీద ఆధారపడే పీతలు త్వరగా అలసి పోతాయి – ఆమ్లజని సరఫరా చాలినంత జోరుగా జరగకపోవడం వల్ల. హిమోగ్లోబిన్ లేకపోవడం వల్ల ఈ జంతువుల రక్తం ఎర్రగా ఉండదు. రాగి రక్తానికి నీలి రంగుని ఇస్తుంది.

18. పరిమాణాత్మక పరిశోధన

ఇంతవరకు మనం తెలుసుకోదగ్గ విషయాలని ఏదో కాశీమజిలీ కథలా చదివేసి నేర్చుకున్నాం. ఉదాహరణకి, శాస్త్రవేత్తలు రక్తచందురానికీ, పత్రహరితానికీ మధ్య ఉన్న కీలకమైన పోలికలు ఎలా పసిగట్టేరు? ఇటువంటి పరిశోధనకి నిష్టతో కూడిన పరిశ్రమ కావాలి. ఇటువంటి పరిశ్రమలో కీలకం అయినది పరిమాణాత్మక (quantitative) పరిశోధన. పరిమాణాత్మక పరిశోధనకి ప్రత్యేకమైన పనిముట్లు కావలసి ఉంటుంది. ఉదాహరణకి బరువైన బణువుల నుండి తేలికైన బణువులని విడదీయడానికి "అపకేంద్రి" (centrifuge) అనే పరికరం వాడతారు. మనం విశ్లేషించవలసిన (ద్రవరూపంలో ఉన్న) పదార్థాన్ని ఒక పరీక్షనాళికలో పోసి, ఆ నాళికని ఒక "మిక్సీ" లేదా "బ్లెండరు" (blender) ని పోలిన పరికరంలో ఉంచి, గిర్రున తిప్పుతారు. అప్పుడు అపకేంద్ర బలాల ప్రభావం వల్ల ఆ ద్రవంలో విలంబితమై ఉన్న పదార్థాలు, వాటి వాటి సాంద్రతలని బట్టి, విడిపోతాయి. టూకీగా అదీ అపకేంద్రి చేసే పని.

తరువాత చెప్పుకోదగ్గ పరికరం "వర్ణలేఖిని" (chromatograph). ఇది పని చేసే తీరు కూడ సులభంగానే అర్థం అవుతుంది. ఒక గాజు పలక మీద ఒక సిరా బొట్టు వేసి ఆ బొట్టు మీద నిట్టనిలువుగా ఒక అద్దుడు కాగితం (blotting paper) ని నిలబెట్టి పట్టుకున్నామని అనుకోండి. నెమ్మదిగా ఆ సిరా కాగితం మీదకి ఎగబాకుతుంది. ఎంత పైకి ఎగబాకుతుంది? సమాధానం ఆ ఎగబాకే ద్రవం లక్షణాలని బట్టి ఉంటుంది. ఈ సూత్రాన్ని కాసింత మెరుగు పరచి వర్ణలేఖినిని నిర్మించేరు.

పైన ఉదహరించిన పరికరాలతో ప్రయోగాలు చేసి, గణితం సహాయంతో లెక్కలు కట్టి హిమోగ్లోబిన్ బణువు యొక్క భారం (molecular mass) నిశ్చయించేరు. ఆ భారం విలువ

4 x 16,000 = 64,000 డాల్టనులు అని తేలింది. (ఒకొక్క తొన భారం 16,000, 4 తొనలు.) ఈ ప్రయత్నమే ప్రాణ్యముల బణుభారం నిశ్చయించే పద్ధతికి నాంది అయింది.

అణువుల భారం, బణువుల భారం గ్రాములలో కాని, మిల్లీగ్రాములలో కాని కొలవరు. దోమ భారం కొలవడానికి కిలోలు వాడితే ఎలా? అతి సూక్ష్మమైన భారాలు కొలవడానికి మిల్లీగ్రాములు, మైక్రోగ్రాములు కూడ పనికి రావు; పెద్దవి అయిపోతాయి. అందుకని అణు భారాలు, బణు భారాలు ఎలా కొలవాలో బెర్జీలియస్ సూచించేరు. అణువుల బరువులు కొలిచే సందర్భాలలో ఉదజని భారం 1 అనుకోమని బెర్జీలియస్ సలహా ఇచ్చేరు. ఒక కొత్త పదార్థపు అణువు ఉదజని అణువు కంటె ఎన్ని రెట్లు ఎక్కువ ఉందో అది ఆ కొత్త పదార్థపు "అణు భారం" (atomic weight) అనుకోమన్నారు, ఆయన. బెర్జీలియస్ సలహా బాగానే ఉందని అందరూ ఒప్పుకున్నారు కాని కొన్ని సాంకేతికమైన ఇబ్బందులు ఎదురు రావడంతో ఆ సలహాని కొద్దిగా సవరించవలసి వచ్చింది. ఉదజని అణువు బరువు 1 అనుకోడానికి బదులు ఆమ్లజని అణువు బరువు 16 అనుకుంటే బాగుంటుందని 1860 లో అంతర్జాతీయ రసాయనిక సమావేశం తీర్మానించింది. ఈ తీర్మానం ప్రకారం ఆమ్లజని అణుభారం 16 కావడం వల్ల ఉదజని అణుభారం 1.008 అయింది. మన దైనందిన వ్యవహారాలలో, ప్రత్యేకించి ఈ పుస్తకంలో, ఈ రెండు పద్ధతుల మధ్య పెద్ద తేడా ఏమీ ఉండదు.

అణు భారం అంటే ఏమిటో అర్థం అయింది కనుక ఇప్పుడు బణు భారం (molecular weight) అంటే అర్థం చేసుకోవడం తేలిక. ఉదాహరణకి నీటినే తీసుకుందాం. నీటి బణువు సాంఖ్యక్రమం H2O, అనగా రెండు ఉదజని అణువులు, ఒక ఆమ్లజని అణువు కనుక H2O భారం 2 + 16 = 18 (ఉరమరగా), లేదా 2(1.008) + 16 = 18.016 (నిక్కచ్చిగా). ఇక్కడ మనకి ఉరమర లెక్కలు చాలు కనుక ఇటుపైన నిక్కచ్చి లెక్కలు చూపించను. ఈ పద్ధతి ప్రకారం

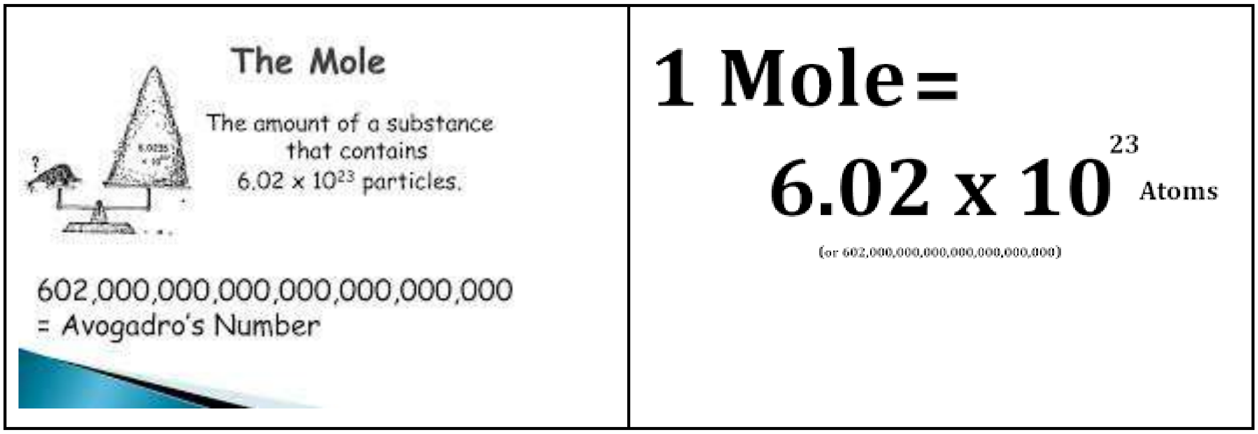
ఏకేను లేదా “మెతేను” (CH_4) బణుభారం 12 + 4 = 16. ఈ రకం లెక్కలు చెయ్యాలంటే మూలకాల అణుభారాలు తెలియాలి. ఆవర్తన పట్టిక (The Periodic Table of Elements) లో అన్ని మూలకాల అణుభారాలు దొరుకుతాయి.

18.1 డాల్టన్ అంటే ఎంత? మోల్ అంటే ఏమిటి?

రసాయన శాస్త్రంలో పరిశోధన చేసేటప్పుడు అణువులని, బణువులని లెక్కపెట్టవలసిన అవసరం తరచు వస్తూ ఉంటుంది. నా చిన్నతనంలో మల్లి మొగ్గలని లెక్క పెట్టడానికి “చేతులు” వాడే వారు. ఈ సందర్భంలో “చెయ్యి” అంటే అయిదు మొగ్గలు. అరటి పళ్లు లెక్క పెట్టడానికి డజను అనే మాట సౌకర్యంగా ఉంటుంది. బంగారం కొనుక్కున్నప్పుడు గ్రాములు, వంకాయలు కొనుక్కున్నప్పుడు కిలోలు వాడితే సౌకర్యంగా ఉంటుంది. అదే విధంగా అణు భారాల గురించి, బణు భారాల గురించీ మాట్లాడేటప్పుడు కిలోలు, గ్రాములు సౌకర్యంగా ఉండవు. అందుకని “మోలు” అనే “తులామానపు పదం” తయారు చేసి వాడడం మొదలు పెట్టేరు.

ఇంతకీ మోలు అంటే ఎంత? ఇది ఎప్పుడు వాడతారు? ఒక గ్రాము పదార్థంలో ఎన్ని అణువులు ఉన్నాయో చెప్పవలసి వచ్చినప్పుడు, మోలు ఉపయోగపడుతుంది. ఉదాహరణకి నిర్వచనం కావాలంటే 12 గ్రాముల కర్బనం కడ్డీలో ఎన్ని అణువులు ఉన్నాయో అదీ “మోలు” అంటే. ఎన్ని అణువులు ఉన్నాయి? ఇది చాలా పెద్ద సంఖ్య. శాస్త్రీయ పద్ధతిలో రాస్తే 6.02 x 10E23 అని రాస్తారు. “ఒక మోలు ఉదజని వాయువు” అంటే 6.02 x 10E23 అణువులు ఉన్న ఉదజని వాయువు అని అర్థం. ఇక్కడ 10E23 అంటే 1 తరువాత 23 సున్నలు వెయ్యగా వచ్చే పేద్ద సంఖ్య. ఒక బస్తా వడ్లు అంటే అందులో ఎన్ని వడ్లు ఉన్నాయో చెప్పినట్లు

అన్న మాట. అలాగే హిమోగ్లోబిన్ బణు భారం కొలవ వలసి వచ్చినప్పుడు మోలు ఒక్కంటికి 64,000 గ్రాములు అని చెబుతారు లేదా 64,000 డాల్టనులు అంటారు. (ఇది ఉరమరగా చేసిన లెక్క!)



బొమ్మ 18.1 అవగాడ్రో సంఖ్య, మోలు అంటే వివరణ

ng of a normal paragraph, and continues on with the nxt sentence.

ఉదాహరణ: బణుభారం డాల్టనులలో చెప్పడం తెలిసింది కనుక ఇప్పుడు మనం రక్తచందురం బణు భారం ఎంత ఉంటుందో అంచనా వేద్దాం.

రక్తచందురం (హీం) బణువులో రెండు ఆల్ఫా గొలుసులు, రెండు బీటా గొలుసులు, ఆల్ఫా గొలుసులో 141, బీటా గొలుసులో 146, వెరసి 2(141 + 146) = 574 నవామ్లాలు ఉన్నాయి. అంటే ఒక హీం బణువు ఒక పూసల దండ అనుకుంటే అందులో 574 పూసలు ఉన్నాయన్నమాట. ఏయే రంగుల పూసలు? దరిదాపు ఉన్న ఇరవై రంగుల పూసలు ఇందులో కనిపిస్తాయి. ఒకొక్క నవామ్లం (పూస) బణుభారం సగటున ఉరమరగా 30 ఉంటుంది. నా అంచనా లెక్క మీద నమ్మకం లేకపోతే మచ్చుకి నాలుగైదు నవామ్లాలని తీసుకుని, వాటిలో ఏయే అణువులు ఎన్నెన్ని ఉన్నాయో లెక్కపెట్టి, ఆవర్తన పట్టిక సహాయంతో వాటి బణు భారాలు లెక్కవేసి చూడండి. ఇదేమీ పెద్ద బ్రహ్మ విద్య కాదు.అలా

లెక్క వేస్తే ఒక హీం బణువు బణుభారం దరిదాపుగా 16,000 డాల్టనులు ఉంటుంది. కనుక హిమోగ్లోబిన్ బణుభారం 4 x 16,000 = 64,000 వస్తుంది.

18.2 అర్థాంతమైన పదార్థాలు

హిమోగ్లోబిన్ వంటి ప్రాణ్యం యొక్క బణుభారం 64,000 అయినప్పుడు ఆ భారానికి రక్తంలో ఉన్న హిమోగ్లోబిన్ మడ్డిలా కిందకి దిగిపోవాలి కదా అని అనుమానం రావచ్చు. నిజానికి నీటిలో ఇసక దిగినంత వేగంగా రక్తంలో హిమోగ్లోబిన్ మడ్డిలా దిగిపోదు. హిమోగ్లోబిన్ బణువులు రక్తంలో మునగనూ మునగవు, తేలనూ తేలవు; త్రిశంకు స్వర్గంలోలా అలా మధ్యలో వేల్లాడుతూ (suspend అయి) ఉంటాయి.

తుమ్మ జిగురుని నీటిలో నానబెట్టి బాగా రంగరిస్తే ఆ జిగురు కూడ నీటిలో మునగకుండా, తేలకుండా, మధ్యస్థంగా వేల్లాడుతూ ఉంటుంది. కాని ఉప్పుని నీటిలో వేసి రంగరిస్తే ఉప్పు కరిగిపోతుంది. పంచదార కూడ నీటిలో కరిగిపోతుంది. ఒక పదార్థం నీటిలో కరిగిందో, వేల్లాడుతూందో తెలుసుకుందికి పరీక్ష ఏమిటి? ఉప్పు కరిగిన నీటిని అతి సూక్ష్మ రంధ్రాలు ఉన్న వడపోత గుడ్డ (లేదా, వడపోత కాగితం) మీద పోసి వడబోస్తే నీరు, ఆ నీటిలో కరిగిన ఉప్పు కిందకి దిగిపోతాయి. కాని తుమ్మ జిగురుని నానబెట్టిన నీటిని వడబోస్తే నీరు అతి నెమ్మదిగా కిందకి దిగుతుందికాని, అందులో ఉన్న జిగురు ఆ వడపోత గుడ్డ మీద తేలియాడుతూ ఉంటుంది కాని కిందకి దిగదు. కారణం? ఉప్పు నిజంగా నీటిలో కరిగింది కాని జిగురు కరగలేదు; వేల్లాడింది. ఇలా వడపోతకి లొంగే పదార్థాలని ఇంగ్లీషులో “క్రిస్టలాయిడ్స్” (crystalloids) అంటారు. వడపోతకి లొంగని పదార్థాలని “కొల్లాయిడ్స్” (colloids) అంటారు.

“క్రిస్టల్” అంటే స్పటికం. “-ఓయిడ్” (-oid) అనే తోక పదార్థాన్ని సూచిస్తుంది. కనుక “క్రిస్టలాయిడ్” అంటే స్పటికం లక్షణాలు కల పదార్థం అని అర్థం. ఇదే విధంగా గ్రీకు భాషలో “కొల్లా” అంటే జిగురు. ఈ “కొల్లా” కి “ఓయిడ్” అనే తోక తగిలిస్తే “కొల్లాయిడ్” – అనగా, జిగురు వంటి పదార్థం – వచ్చింది. మనం స్పటికం వంటి పదార్థాలని “స్పటికార్థం” అనిన్నీ, జిగురు వంటి పదార్థాన్ని “జిగార్థం” అనిన్నీ అందాం. ఇదే పద్ధతి ప్రకారం క్షారము వంటి పదార్థాలు క్షారార్థాలు (alkaloids) అవుతాయి, కొవ్వు వంటి పదార్థాలు ఘృతార్థాలు (steroids) అవుతాయి.

హిమోగ్లోబిన్‌తో కలసి ఉన్న రక్తంలాగే, ఏ ప్రాణ్యమయినా సరే ద్రవరూపంలో ఉన్న పదార్థంతో కలసి ఉన్నప్పుడు జిగార్థంలాగే ప్రవర్తిస్తుంది. కనుక జీవరసాయనం (biochemistry) అనే మేడకి జిగార్థ రసాయనం (colloidal chemistry) ఒక మూల స్తంభం లాంటిది.

జిగార్థములు వడపోతకి ఎందుకు లొంగవు? వడపోత గుడ్డకి చిన్న చిన్న రంధ్రాలు ఉంటాయి కదా. ఒక ద్రావణంలో విలంబితమైన బణువులు ఈ రంధ్రాల కంటె చిన్నవి అయితే అవి ఈ చిల్లుల గుండా కిందకి దిగిపోగలవు. లేకపోతే దిగలేవు. జల్లెడతో జల్లించినప్పుడు పిండి కిందకి దిగిపోతుంది, మొరుం మీదని ఉండిపోతుంది. అలాగన్నమాట. మొరుం గట్టిగా ఉంటుంది కనుక చిల్లులు గుండా పోలేనప్పుడు పైన ఉండిపోతుంది. కాని జిగార్థాలు మెత్తగా ఉంటాయి కనుక అవి చిల్లులకి అడ్డుపడి మార్గాన్ని మూసెస్తాయి. అప్పుడు వడపోత జరగనే జరగదు.

ఈ విషయం కొద్దికొద్దిగా అర్థం అవుతూన్న రోజుల్లో ఒకాయన ఒక ప్రయోగం చేసేరు. జిగార్థాన్ని ఒకదానిని మూటకట్టి ఆ మూటని నీటితొట్టెలో పెట్టి అలా వదిలేశారు. జిగార్థంలోని

పెద్ద పెద్ద బణువులు గుడ్డలోని చిన్న చిన్న చిల్లులకి అడ్డుపడి, మూటలోని పదార్థాన్ని బయటకు పోకుండా చేసేయి. కాని బయట ఉన్న నీటి బణువులు చిన్నవి కావటం వల్ల రంధ్రాల గుండా మూట లోపలికి వెళ్లగలిగేయి. కొంత కాలం గడిచేసరికి మూటలో ఉన్న ద్రవ పదార్థం ఎక్కువ అయి, మూటలో పీడనం పెరగసాగింది.ఈ పీడనాన్ని "అభిసరణ ప్రేషం" లేదా అభిసరణ పీడనం (osmotic pressure) అనిన్నీ, ఈ ప్రక్రియని "అభిసరణం" (osmosis) అనిన్నీ అంటారు. రక్తం వంటి జిగార్థాన్ని రకరకాలైన రంధ్రాలు ఉన్న (అంటే, కైవారాలు ఉన్న) గుడ్డలలో మూటలు కట్టి, ఆ మూటలని పారుతున్న నీటిలో పెట్టి, ఆ మూటలలో "ఆస్మాటిక్" పీడనం కొలిచి, తద్వారా మూటలో ఉన్న బణువుల పరిమాణం లెక్క కట్టవచ్చు.

అంత మరీ పెద్దవి, మరీ చిన్నవి కాకుండా, మధ్యస్థంగా రంధ్రాలు ఉన్న ఒక గుడ్డ లాంటి వస్తువుని ఒకదానిని తీసుకుని, దాంట్లో కల్మషమైన రక్తాన్ని మూట కట్టి, ఈ మూటని పారుతూ ఉన్న నీటిలో పెట్టేమనుకొండి. రక్తం గడ్డ కట్టిపోకుండా కూడ జాగ్రత్త పడ్డామనుకొండి. అప్పుడు హిమోగ్లోబిన్ వంటి పెద్ద పెద్ద బణువులు మూటలోని రక్తాన్ని వదలి బయటకి పోకుండా వడపోతగుడ్డ అడ్డుకుంటుంది. రక్తంలో ఒక్క హిమోగ్లోబిన్ మాత్రమే కాకుండా అనేక ఇతర పదార్థాలు ఉంటాయి. ఉదాహరణకి యూరియా (urea) అనే కల్మషం ఉంది. ఈ యూరియా బణువులు హిమోగ్లోబిన్ బణువుల కంటె చాల చిన్నవి. ఇవి సునాయాసంగా వడపోత గుడ్డ రంధ్రాల నుండి బయటకి పోగలవు. బయటకు వెళ్లగానే అక్కడ ప్రవహిస్తూన్న నీటిలో పడి కొట్టుకుపోతాయి. కొంత సేపు ఆ రక్తపు మూటని ఆ ప్రవాహంలో ఉంచితే రక్తంలో ఉన్న యూరియా క్రమేపీ బయటకి పోయి, రక్తం శుభ్రపడుతుంది. ఒక్క రక్తాన్నే కాదు, రకరకాల ద్రవపదార్థాలని ఈ విధంగా శుద్ధి చెయ్య వచ్చు, ఈ పద్ధతిని ఇంగ్లీషులో "డయాలిసిస్" (dialysis) అంటారు. "డయాలిసిస్" అంటే వదులు చేసి విడదీయడం అని

లేటిన్ లోను, గ్రీకులోను అర్థం వస్తుంది. విడాకులు అనే అర్థం కూడ ఉంది. డయాలిసిస్ ని మనం తెలుగులో "విడతీత" అనొచ్చు. మూత్రపిండాలు (kidneys) వ్యాధిగ్రస్తం అయినప్పుడు అవి చెయ్యవలసిన పనిని విడాకుల యంత్రానికి అప్పచెబుతారు.

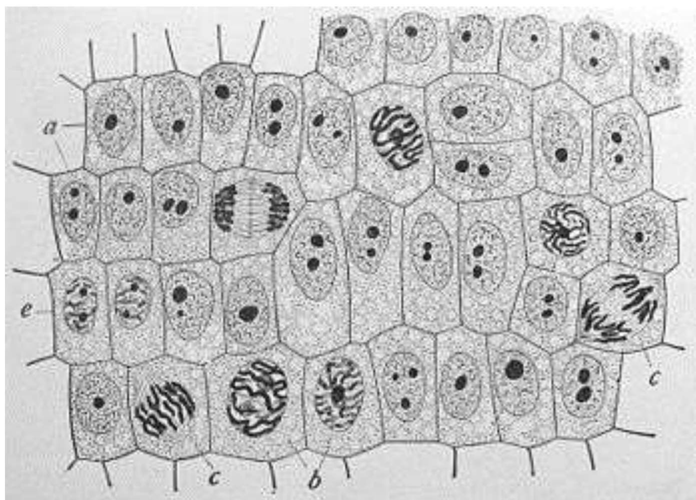
నాలుగవ భాగం: కణములు

19. జీవకణములు

సృష్టి రహస్యం ఛేదించడం అనే యుద్ధంలో అనేక మంది, అనేక దిశలలో, అనేక పద్ధతులతో పని చేసేరు. కొంతమంది ప్రాణ్యముల కట్టడి, లక్షణాలు పరిశోధిస్తే మరికొంతమంది జీవకణాల మీద పని చేసేరు. ప్రాణ్యముల మీద చేసిన పరిశోధన అనే యుద్ధానికీ జీవకణముల మీద చేసిన పరిశోధనకీ మౌలికమైమ తేడా ఉంది. మొదటి పానిపట్టు యుద్ధానికీ, రెండవ ప్రపంచ యుద్ధానికీ తేడా లేదూ? ఒక యుద్ధంలో గుర్రాలు, ఫిరంగులూ ఆయుధాలైతే మరొక యుద్ధంలో విమానాలు, బాంబులు ఆయుధాలు అయాయి. అలాగే ప్రాణ్యముల మీద పరిశోధనకి నిర్మాణక్రమాలు, రసాయన విశ్లేషణ ఆయుధాలు అయితే జివకణముల మీద పరిశోధనకి సూక్ష్మదర్శని (microscope) మూలాధారం అయింది. jl

సా. శ. 1655 లో రాబర్ట్ హుక్ (Robert Hooke, 1635-1703) అనే ఇంగ్లీషు పెద్ద మనిషి రెండు భూతద్దాలు (lenses) ఉపయోగించి ఒక పనిముట్టుని తయారు చేసేరు. ఒక భూతద్దం ఉపయోగిస్తేనే సన్నటి సూది దబ్బలంలా కనిపిస్తుంది. రెండు భూతద్దాలు జాగ్రత్తగా అమర్చేసరికి అసలు కంటికి కనపడని వస్తువులు కూడ పెద్దవిగా కంపించసాగేయి. వస్తువులు కంటికి కనిపించకపోవడానికి రెండు కారణాలు ఉంటాయి: అవి ఎంతో దూరంలో ఉన్నవయినా అయి ఉండాలి లేదా అవి ఎంతో చిన్నవయినా అయి ఉండాలి. రెండు భూతద్దాలని ఒక విధంగా అమర్చితే దూరంలో ఉన్న వస్తువులు దగ్గరగా ఉన్నట్లు కనబడతాయి, ఈ అమరికని దూరదర్శని (telescope) అంటారు. మరొక విధంగా అమర్చితే కంటికి కనబడనంత చిన్నగా ఉన్నవి పెద్దవిగా కనబడతాయి. ఈ అమరికని సూక్ష్మదర్శని (microscope) అంటారు. టూకీగా చెప్పాలంటే దూరదర్శనిని "తిరగేసి" వాడితే అది సూక్ష్మదర్శనిలా పని చేస్తుంది. హుక్ ఇటువంటి సూక్ష్మదర్శనిని ఒకటి తయారు చేసేరు.

సీసాలకి బిరడాలా ఉపయోగించే బెరడు (cork) ని సన్నంగా తరిగి దానిని ఈ సూక్ష్మదర్శని కింద పెట్టి చూసేరు. తేనెపట్టులో గదుల మాదిరి ఆ బెరడు నిండా చిన్న చిన్న ఖాళీ గదులు కనిపించేయి (బొమ్మ 19.1). చిన్న చిన్న కొట్టుగదులని ఇంగ్లీషులో “సెల్” (cell) అంటారు. కనుక బెరడులో కనిపించిన గదులకి కూడ హుక్ “సెల్” అని పేరు పెట్టేరు. వీటినే తెలుగులో మనం కణాలు అని కాని జీవకణాలు అని కాని అంటున్నాం.



బొమ్మ 19.1 ఉల్లిపాయలో గదుల మాదిరి కనిపించే కణాలు. ప్రతి గదిలోను రకరకాల దశలలో ఉన్న కణ విభజన తంతు చూడవచ్చు

రాబర్ట్ హుక్ కి బెరడులో గదులు కనిపించేసరికి కనిపించిన ప్రతివాడూ కౌపీనం మొదలుకొని కాసీగంగ వరకు – ఏది కనిపిస్తే దానిని – సూక్ష్మదర్శని కింద పెట్టి చూడడం మొదలుపెట్టేడు. ఈ రకం గదులు చెట్ల ఆకులలో కనిపించేయి. చర్మంలో కనిపించేయి. “ఇందుగలదందులేవని సందేహము వలదు, ఎందెందు వెదకి చూసిన అందందే గలవు గదులు మానవాగ్రణీ, వింటే!” అన్నట్లు ఈ కణాలు జీవికి సంబంధించిన వస్తువులన్నిటిలోనూ (వాటికి ప్రాణం ఉన్నా, లేకపోయినా) కనిపించడం మొదలుపెట్టేయి. ఏతావాతా ప్రతి జీవి ఈ కణములు అనబడే

ఇటికలతో కట్టిన కట్టడాలే అని అర్థం అయింది. ఈ అవగాహననే కణ సిద్ధాంతం (cell theory) అంటారు. భౌతిక శాస్త్రానికి అణు సిద్ధాంతం (atomic theory) ఎలాంటిదో జీవ శాస్త్రానికి ఈ కణ సిద్ధాంతం అలాంటిది.

ప్రాణం లేని ప్రపంచంలో అణువు అతి చిన్న శాల్తీ అని మనం ఎలా అనుకుంటున్నామో అదే విధంగా ప్రాణం ఉన్న ప్రపంచంలో "కణం" అతి చిన్న శాల్తీ అని అనుకోవచ్చు. ఇలా అనుకోవడంలో పెద్ద పొరపాటు ఏమీ లేదు. (మినహాయింపుల సంగతి తరువాత చూద్దాం.) భౌతిక ప్రపంచంలో ఉన్న వస్తు సముదాయమంతా అణువులతో నిర్మించబడ్డాయని మనం ఎలా అనుకుంటున్నామో అదే విధంగా జీవ ప్రపంచంలో మనకి తారసపడే జీవులన్నీ కణాలతో నిర్మితమయాయని అనుకోవచ్చు. ఈ కణాలనే జీవకణాలు అని కూడ అంటాం.

ఈ భూమి మీద 3.5 బిలియను (3,500,000,000) సంవత్సరాల క్రిందట మొట్టమొదటి జీవకణం పుట్టిందని పెద్దలు అభిప్రాయపడుతున్నారు. అంటే భూమికి 2.5 బిలియను సంవత్సరాల వయస్సు వచ్చిన తరువాత! ఆ కొత్త రోజుల్లో జీవకణాలు చాల సాదాసీదా వ్యస్తమైన కణాలు: సారూప్యం చెప్పాలంటే ఆనాటి జీవకణం "ఉల్లిపొర కాగితంతో పొట్లం కట్టిన బణువు" లా ఉండేదేమో. పైనున్న కాగితం పొర చేసే పనల్లా లోపల ఉన్న బణువుని కాపాడడం. పొట్లం లోపల ఉన్న బణువు ఏదై ఉంటుంది? మూడొంతులు అది పరిణతి చెందిన నవామ్లం బణువు అయి ఉంటుంది. తొండ ముదిరి ఊసరవెల్లి అయినట్లు కొన్ని నవామ్లాలు మార్పు చెంది రైకామ్లం (RNA) గా మారి ఉంటాయి. ఈ రైకామ్లం ప్రత్యేకత ఏమిటి? స్వయం పునరోత్పాదక (self-reproducing) శక్తి. కేవలం పునరోత్పాదక శక్తి ఉంటే సరిపోయి ఉండదు. ఈ కొత్త తరం బణువులకి ప్రాణ్యములని ఉత్పత్తి చేసే సామర్ధ్యం కూడ ఉండాలి. నేడు మనం చూసే రైకామ్లానికి ఈ రెండు సమర్ధతలూ ఉన్నాయి. కాని రైకామ్లానికి నిశ్చలత లేదు;

పెళుసుగా ఉండి తరచు విరిగిపోయే స్వభావం ఉంది. కొంత కాలం పోయేసరికి ఈ రైకామ్లం ఒక ఆమ్లజని అణువుని పోగొట్టుకుని, అరైకామ్లం (DNA) రూపం సంతరించుకుని ఉంటుంది.

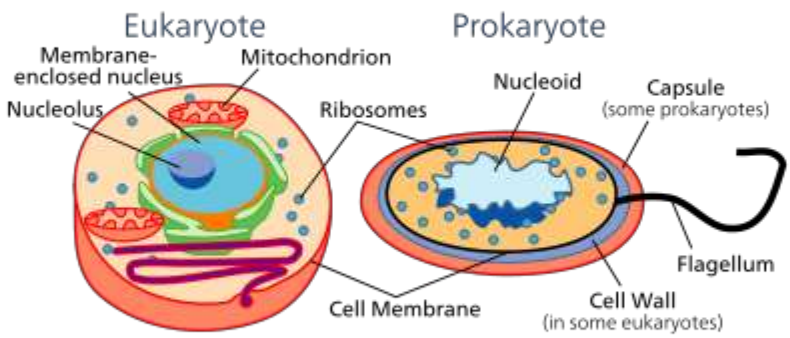
ఈ కథాకలాపం ఇలా జరుగుతూ ఉండగా ఒక శుభ ముహూర్తంలో ఈ కొత్త జాతి బణువు (రైకామ్లం కాని అరైకామ్లం కాని) ఉల్లిపొర కంటె దిట్టమైన కొవ్వు పొర (lipid membrane) ని సంతరించుకుని ఉండుంటుంది. ఈ కొవ్వు పొర లోపల ఉన్న రైకామ్లాన్ని కాని అరైకామ్లాన్ని కాని బయట ఉండే వాతావరణం నుండి రక్షించి ఉండుంటుంది. ఇదంతా నిజంగా ఎలా జరిగిందో మనకి స్పష్టంగా తెలియదు. ఇది మన ఊహ. ఇది ఈ విధంగా జరిగి ఉంటే ఆ కొవ్వు పొరలో దాగున్న రైకామ్లం కాని అరైకామ్లం కాని మొట్టమొదటి జీవకణం అయి ఉంటుంది.

పాదం తడిసిన తరువాత ములగడం కష్టం కాదు. మొట్టమొదటి కణం పైన చెప్పిన రీతిలో పుట్టిన తరువాత అది క్రమేణా మార్పు చెందుతూ కొంత సంక్లిష్టతని సంతరించుకుంది. మూడు బిలియను సంవత్సరాల కిందటి కాలం చేరుకునేసరికి ఈ భూప్రపంచం అంతా పూర్వకేంద్రక (prokaryotic = protos + karyon) కణాలు తో నిండిపోయింది. ఈ కణాల లోపల రైకామ్లం, అరైకామ్లం, ప్రాణ్య పదార్థం ఉంటాయి. ఈ కణాలు ఆహారాన్ని తినగలవు, పనికిరాని పదార్థాన్ని విసర్జించగలవు. ముఖ్యంగా ఈ రకం కణాలు పునరోత్పత్తి చెయ్యగలవు. క్రమేపీ ఈ కణాలలో కొన్ని సూర్య రస్మిలోని శక్తిని గ్రహించి, కిరణజన్య సంయోగక క్రియ ద్వారా ఆహారాన్ని తయారు చేసుకోవడం కూడ నేర్చుకున్నాయి.

ఇప్పటికీ భూమి మీద మనకి తారసపడే జీవకణాలలో ఈ పూర్వకేంద్రక కణాలే ఎక్కువ. కాని, రెండు వందల బిలియను సంవత్సరాల క్రిందట, ఈ కణాలు ఇంకా పరిణతి చెంది, మరింత సంక్లిష్టతని సంతరించుకుని నిజకేంద్రక కణాలు (eukaryotic cells) గా అవతరించేయి. మూడొంతులు రెండు, మూడు పూర్వకేంద్రక కణాలు ఒకే గూడులోకి (ఒకే కొవ్వు పొర కిందకి)

చేరి, మన వర్ణాశ్రమ ధర్మంలా, ఒకొక్కటి ఒకొక్క రకం పని చెయ్యడంలో ప్రావీణ్యత సంపాదించి ఉంటాయి. ఇవే మైటోకాండ్రియా (mitochondria), క్లోరోప్లాస్ట్ (chloroplasts) గా అవతరించి ఉంటాయి. ఇలా శ్రమ విభజన జరగడంతో కొన్ని కణాలు జీర్ణక్రియకి, కొన్ని విసర్జన క్రియకి, కొన్ని కణాలు పునరోత్పత్తికీ – ఇలా చెయ్యవలసిన పనులని పంచుకుని ఉంటాయి.

గ్రీకు భాషలో ప్రో అంటే ముందు అనిన్నీ, కర్యోన్ అంటే గింజ అనిన్నీ అర్థం కనుక "ప్రోకర్యాటిక్" అంటే "గింజ ముందు" అని అర్థం. అనగా కణంలో గింజ లేక కేంద్రకం (nucleus) ఏర్పడక ముందు అని అర్థం. కణంలో గింజ లేదా కేంద్రకం ఏర్పడ్డ తరువాత పుట్టిన కణాల జాతిని యూకర్యోటిక్ కణాలు లేదా నిజకేంద్రక కణాలు అంటారు. ఈ తేడాని బొమ్మ 19.2 లో చూపిస్తున్నాను.



బొమ్మ 19.2 బొమ్మలో కుడి పక్క పూర్వకేంద్రక కణం, ఎడమ పక్క నిజకేంద్రక కణం ఉన్నాయి.

ఇప్పటికీ నిజకేంద్రక కణాలలో సింహ భాగం ఏక-కణ జీవులే అయినప్పటికీ, దరిదాపు 600 మిలియను సంవత్సరాల క్రితం (ఖచ్చితంగా, ఇప్పటి నుండి బిలియను సంవత్సరాలు లోపులోనే) కొన్ని ఏక-కణ జీవులు బహు-కణ జీవులుగా పరిణతి చెందేయి. వీటిల్లో కొన్ని వృక్ష ప్రపంచానికి పితరులు అయితే కొన్ని జంతు ప్రపంచాన్ని నెలకొల్పడానికి కారకులు అయేయి.

20. కణ విభజన

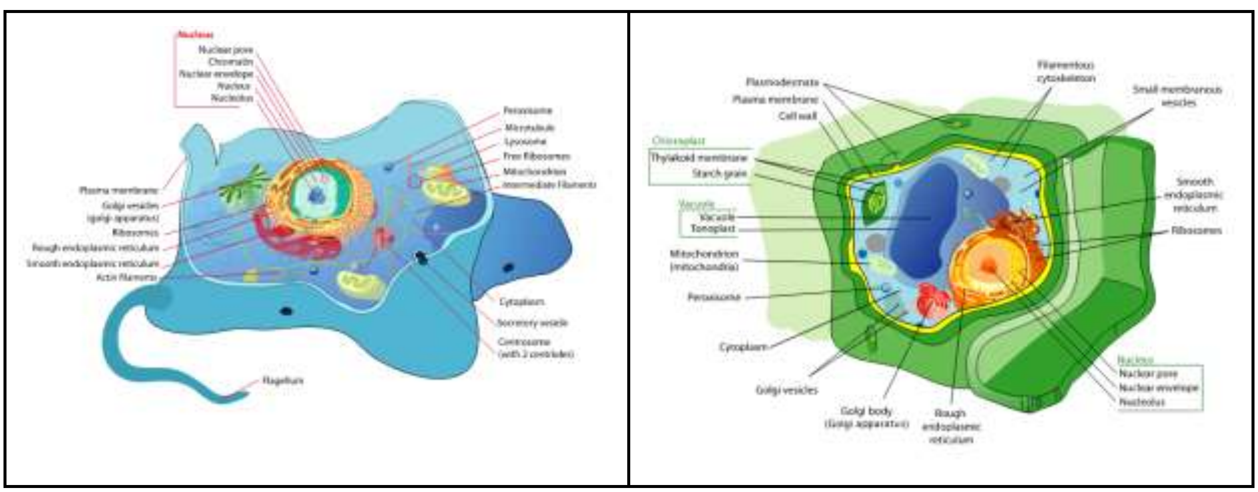
భిన్నత్వంలో ఏకత్వం అనే భావానికి జీవకణం నిర్మాణం ఒక మచ్చుతునక. మన శరీరంలో కోట్లకొద్దీ కణాలు ఉన్నాయి. స్థూలంగా చూస్తే ఇవన్నీ ఒక్కలాగే ఉంటాయి. కాని కొన్ని కణాల సముదాయం గుండెగా మారితే మరికొన్ని కణాలు మూత్రపిండాలుగా మారతాయి. కాలేయంలో ఉన్న కణసముదాయం ఒక విధంగా పని చేస్తే ఊపిరితిత్తులలోనివి మరొక విధంగా పనిచేస్తాయి.

నరుడు, వానరుడు, ఏనుగు, దోమ,... ఇవన్నీ జీవితాన్ని ఒకే ఒక కణంతో ప్రారంభిస్తాయి. స్త్రీ యొక్క అండకోశం (ovary) లోని బీజాండం (ovum) తో పురుషుని వీర్యకణం (spermatozoa) సంయోగం చెందడంతో జీవి యొక్క ఇహలోక యాత్ర మొదలవుతుంది. వీర్యకణం బీజాండంతో సంయోగం చెందిన క్షణం నుండి ఫలదీకరణం చెందిన ఆ బీజాండం ఒకటి రెండు గాను, రెండు నాలుగు గాను, నాలుగు ఎనిమిది గాను అలా విభజన చెందుతూ పెరుగుతుంది. మొదటి దశలలో, విభజన చెందే ముందు తల్లి కణం ఎలా ఉందో దాని ఇద్దరు పిల్లలు తల్లిని ముమ్మూర్తులా పోలిన ప్రతికృతులు (copies) గానే ఉంటాయి. కాని కొంత కాలం పోయిన తరువాత, అంటే కొన్ని తరాల తరువాత, కొత్తగా పుట్టుకొస్తున్న కణసముదాయాలు తల్లిని పోలడం మానేసి ప్రత్యేకతలని సంతరించుకుంటాయి. ఈ సందర్భంలోనే కొన్ని కణసముదాయాలు గుండెకాయగా మారితే కొన్ని ఊపిరితిత్తులు గాను, కొన్ని కాలేయం గాను, ... మారతాయి. ఇలా ప్రత్యేకతని సంతరించుకోడానికి ముందు ఉండే కణాలని కాండ కణాలు (stem cells) అంటారు. కాండం నుండి కొమ్మలు విస్తరించి

పెరిగినట్లు, ఈ కాండ కణం నుండి విడిపోయిన “కొమ్మలు” ఒకొక్క అవయవంగా తయారవతాయి.

కణ విభజన ప్రస్తావన రాగానే రెండు ప్రశ్నలు ఉదయిస్తాయి: ఒకటి, కణాలు ఎందుకు విభజన చెందుతాయి? రెండు, ఎలా విభజన చెందుతాయి? ఇక్కడ ఎందుకు అన్న ప్రశ్నకి సమాధానం చెప్పడం కష్టం. మనిషి ఎలా పుట్టేడో చెప్పగలం కాని, ఎందుకు పుట్టేడని అడిగితే సమాధానం ఎవరికి ఎరుక? కనుక కణ విభజన ఎలా జరుగుతుందో చూద్దాం.

ఒక జీవకణాన్ని సూక్ష్మదర్శని కింద పెట్టి చూస్తే ఒక విచిత్రమైన ప్రపంచం కనిపిస్తుంది. కణాన్ని గోడలు ఉన్న చిన్న గదిలా ఊహించుకుంటే ఆ గది నిండా, ఏ రంగు లేని, పల్చని జిగురు పదార్థం కనిపిస్తుంది. మామిడిపండులో రసం మాదిరి ఉన్న ఈ చిక్కటి ద్రవ పదార్థంలో, మధ్యన, ఒక టెంక లాంటి కట్టడం (structure) కనిపిస్తుంది. ఈ టెంకని పరిభాషలో కణిక (nucleus) అంటారు. బొమ్మ 20.1 చూడండి.



బొమ్మ 20.1 జీవకణము, అందులోని భాగాలు: ఎడమ. జంతు కణం, కుడి. వృక్ష కణం

లేటిన్ భాషలో “నూక్లియస్” అంటే చిన్న కాయ అని అర్థం. ఈ నూక్లియస్ అనే మాటని విజ్ఞాన శాస్త్రంలో రెండు సందర్భాలలో రెండు అర్థాలతో వాడతారు. జీవ శాస్త్రంలో మనం ఇప్పుడు వాడుతూన్న అర్థం ఒకటి. భౌతిక శాస్త్రంలో అణు గర్భంలో ఉండే టెంక లాంటి కట్టడాన్ని కూడ నూక్లియస్ అనే అంటారు. ఈ రెండూ వేర్వేరు సందర్భాలలో వస్తాయి కనుక ఒకదానికి బదులు మరొకదానిని అర్థం చేసుకునే ప్రమాదం లేదు.

జీవకణాన్ని మామిడి పండుతో పోల్చుదాం – అందాకా. కణం చుట్టూ ఉండే తొక్కని కణ కవచం (cell membrane) అంటారు. కణ కవచానికి లోపల, కణికకి బయటా – మామిడిపండులో రసంలా – కణం అంతటా వ్యాపించి ఉన్న, రంగు లేని జిగట పదార్థాన్ని “సైటోప్లాసం” (cytoplasm) అంటారు. గ్రీకు భాషలో “సైటోస్” అంటే డొల్లగా ఉన్నదనిన్నీ, “ప్లాసం” అంటే మెత్తని పదార్థం అనిన్నీ అర్థం. మన మామిడిపండు నమూనాలో ఇది “గుజ్జు” కనుక “సైటోప్లాసం” అంటే “పండుగుజ్జు” లేదా “కణసారం.” (ఈ జాతి పదార్థాలని జిగార్థం అని తెలుగులోనూ, colloid అని ఇంగ్లీషులోనూ అంటారు.)

ఈ సందర్భంలోనే “ప్రోటోప్లాసం” అనే మరొక మాట గురించి కూడ నేర్చుకుందాం. గ్రీకు భాషలో “ప్రోటోస్” అంటే మొదటి, ఆది, ప్రథమ, వగైరా అర్థాలు ఉన్నాయి. కనుక ప్రోటోప్లాసం అంటే “ఆది పదార్థం.” ఈ ఆది పదార్థానికీ, కణసారానికి మధ్య తేడా ఏమిటి? కణ కవచము, కణసారము, కణిక – ఈ మూడింటినీ కలిపి ఆది పదార్థం అంటారు. అంటే, కణసారం ఆది పదార్థంలో ఒక భాగం. ఈ రెండింటిలో జీవనాధారం ఏది? అన్న ప్రశ్నకి “ఆది పదార్థం” సరి అయిన జవాబు.

కణంలో ఉండేవి కణసారము (cytoplasm), కణిక (nucleus) మాత్రమే కాకుండా ఇంకా చాల సరంజామా ఉంది. వాటిలో ముఖ్యమైనవి ఆంగికలు (organelles) – అంటే బుల్లి అంగాలు అని అర్థం. ఈ ఆంగికలలో ముఖ్యమైనవి "మైటోకాండ్రియా" (mitochondria) ఒకటి, "క్లోరోప్లాస్ట్" (chloroplast) లు మరొకటి. గ్రీకు భాషలో "మైటోస్" అంటే దారం లేదా పోగు, "కాండ్రియా" అంటే గింజలు. సూక్ష్మదర్శనిలో చూసినప్పుడు కోలగా గింజలులా కనిపిస్తాయి కనుక వీటికి ఆ పేరు (మైటోకాండ్రియా అన్నది బహువచనం) వచ్చింది. తెలుగులో పేరు పెట్టి ఉంటే వీటిని "కోల గింజలు" అనుండేవాళ్లమేమో! ఇంకా కణంలో అనేక చిరు కట్టడాలు ఉన్నాయి. వీటన్నిటి గురించి తెలుసుకోవలసిన అవసరం ఇప్పుడు లేదు కనుక ఇక్కడ చిన్న కప్పదాటు వేసి, ముందుకి కదులుదాం.

అంతఃపురంలో ఉన్న రాణులని కోటగోడలు ఎలా రక్షిస్తాయో కణంలో ఉన్న సరంజామా అంతటిని – కణసారం, కణిక, వగైరాలని - కణ కవచం (cell membrane) రక్షిస్తూ ఉంటుంది. కణం బతకడానికి కావలసిన పదార్థాలు అన్నీ ఈ కణ కవచం గుండా లోనికి వెళతాయి. కణానికి హాని చేసే పదార్థాలు లోనికి వెళ్ళకుండా ఈ కవచం కాపాడుతుంది.

కణ కవచం కణానికి ఇంతలా పహరా కాయవలసిన కారణం ఏమిటి? జీవి మనుగడకి, జీవి పరంపరకి మూలమైన రహస్యం ఈ కణంలో దాగి ఉంది కనుక! ఉదాహరణకి పైన ఉదహరించిన మైటోకాండ్రియా (కోలగింజలు) అనేవి శరీరానికి శక్తిని ఇచ్చే కర్మాగారాలు. వీటిల్లోనే గ్లూకోజు దగ్ధమై శక్తి పుడుతుంది. గ్లూకోజుని "వెలిగించడానికి" అగ్గిపుల్ల కావాలి కదా! ఈ అగ్గిపుల్లని సాంకేతిక భాషలో "ఎ.టి.పి" (ATP) అంటారు. ఈ ATP అనే అగ్గిపుల్ల

మైటోకాండ్రియాలోనే తయారవుతుంది. ఈ అగ్గిపుల్ల లేకుండా ఏ జీవి బతకలేదు. జీవకణంలో ATP పాత్ర ఇదీ అని నిర్ధారించి రుజువు చేసిన ఘనత మన తెలుగువాడైన యల్లాప్రగడ సుబ్బారావు గారిది. ఈయన అమెరికా వెళ్లి స్థిరపడ్డ మొట్టమొదటి తరం తెలుగు వాళ్లల్లో మొదటివాడు. ఈయన చేసిన పని మరొక పాశ్చాత్య దేశీయుడు చేసి ఉండుంటే ఆ వ్యక్తికి నోబెల్ బహుమానం ఇచ్చి ఉండేవారు. నోబెల్ బహుమానానికి అన్ని అర్హతలు ఉండి కూడ గుర్తింపు పొందని వారిలో మహాత్మ గాంధి ఒకరైతే యల్లాప్రగడ సుబ్బారావు మరొకరు.

కణంలో అతి ముఖ్యమైన భాగం కణిక (nucleus). ఈ కణిక పాత్ర అర్థం కావాలంటే కణ విభజన అనే ప్రక్రియ గురించి కొంచెం తెలుసుకోవాలి. కణం అనే పండులో కణసారం అనే రసం, కణిక అనే టెంక ఉంటాయని అనుకున్నాం కదా. కణ విభజన సమయంలో ఈ టెంకలో విపరీతమైన మార్పులు జరుగుతాయి. కణసారానికి కాని, కణికకి కాని స్వతహాగా ఒక రంగు అంటూ ఏదీ లేదు కనుక ఈ మార్పులని సూక్ష్మదర్శనిలో చూడడం కష్టం. కాని “హెమటాక్సిలిన్” (hematoxylin) అనే అద్దకపు రంగు (dye) ని కణంలోకి ఎక్కిస్తే, రంగు కణికకి అంటుకుని, కణిక నల్లగా కనబడుతుంది, ఏ రంగు లేని నేపథ్యంలో కణిక ఖణిగా, నల్లగా కనబడేసరికి పరిశోధన వేగం పుంజుకుంది. కనిపించిన ప్రతి రంగుని కణంలోకి ఎక్కించి చూడడం మొదలు పెట్టేరు. ఇలా ఉండగా 1879 లో ఫ్లెమ్మింగ్ (Walther Flemming) అనే జెర్మనీ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక ఎర్ర రంగుని ఎక్కించి చూసేరు. ఈ ఎర్ర రంగు కణసారానికి అంటుకోలేదు, కణికలో అక్కడక్కడ కొన్ని భాగాలకే అంటుకుంది. ఈ ప్రయోగం ఫలితంగా కణిక అంతా ఒకే రకం పదార్థం అయి ఉండదని ఫ్లెమ్మింగు అనుమానించేరు. రంగు అంటుకున్న మేరని ఆయన “క్రోమేటిన్” (chromatin) అన్నారు. అంటే, “రంగుది” అని అర్థం.

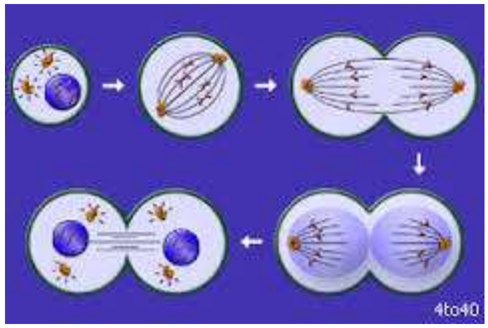
కణికకి రంగు పూసేరు కాని ఆ రంగు తగిలేసరికి జీవకణం కాస్తా చచ్చి ఊరుకుంది. కనుక కణంలో కాలక్రమేణా జరిగే మార్పులని సూక్ష్మ దర్శనిలో చూడడం కుదిరింది కాదు. పిట్ట ఎలా ఎగురుతూందో చూడడనికి దానిని బాణంతో కొట్టినట్లు అయిందన్నమాట. ఈ చిక్కు నుండి బయట పడడానికి ఫ్లెమ్మింగు ఒక మార్గం కనిపెట్టేరు. సాధారణంగా ఒకే ఒక్క కణాన్ని విడదీసి పరిశోధించడం ఆ రోజుల్లో కష్టంగా ఉండేది. కణ విభజన అన్ని కణాలలోనూ ఒకే సారి - కవాతు చేస్తూన్న సైనికుల అడుగుల్లా – జరగదు. ఒకొక్క కణంలో ఒకొక్క దశలో ఉంటుంది. కనుక రంగుని ఒక కణ సమూహంలోకి ఎక్కించినప్పుడు, ఆ కణాలు చచ్చిపోయినప్పుడు, ఆ కణాలలో జరుగుతూన్న విభజన రకరకాల దశలలో ఆగిపోతుంది. వీటన్నిటికీ ఛాయాచిత్రాలు తీసి వాటిని ఓపికతో ఒక వరసలో పేర్చి, సినిమాలా తెర మీద వెయ్యవచ్చు. అప్పుడు ఆ సినిమా ఎలా ఉంటుందో ఈ దిగువన వర్ణిస్తాను.

కణ విభజన దశలవారీగా జరుగుతుంది. మొదటి దశలో కణికలోని “రంగు పదార్థం” పెరిగి, పేరుకొని, చిక్కబడ్డట్లు కనిపిస్తుంది. పుట్టబోయే పిల్లల కొరకు తల్లిదండ్రులు ఆస్తిని పెంపొందించి కూడబెట్టినట్లు అభివర్ణించవచ్చు – ఈ దశని. అంటే పిల్ల కణాల భవిష్యత్తుకి సరిపడేంత రంగు పదార్థాన్ని తల్లి కణం తయారు చేస్తోందన్నమాట. తగినంత రంగు పదార్థం కూడిన తరువాత విభజన జరిగే పరిస్థితి సమీపిస్తోందని తాత్పర్యం.

రెండవ దశలో కణికకి ఇరుపైపులా రెండు చిన్న నక్షత్రాల వంటి చుక్కలు పొడచూపుతాయి. ఈ రెండు చుక్కలు కణిక నుండి దూరంగా జరగడం మొదలు పెడతాయి. సాలీడు పాకుతూ ఉంటే దాని వెనక దారం పుట్టుకొచ్చినట్లు ఈ రెండు చుక్కలు దూరంగా జరుగుతూ ఉంటే వాటి పాదముద్రలులా చిన్న గొట్టాల వంటి కట్టడాలు ప్రస్ఫుటమవుతాయి. ఈ గొట్టాలని

చిట్టిగొట్టాలు (tubules) అంటారు. క్రమేపీ ఈ గొట్టాలు పెద్దవయి కణిక “కోట గోడలని” ఛేదిస్తాయి. కణిక అనే కోటలో దాగి ఉన్న క్రోమేటిన్ అనే ”రంగు పదార్థం” ఈ చిట్టిగొట్టాల దాడికి సడలి, సన్నటి, చిక్కులు పడ్డ, దారపు ఉండలా తయారవుతుంది. ఈ దారాల వంటి పదార్థాన్ని ఇంగ్లీషులో “క్రోమోజోము” (chromosome, క్రోమా అంటే రంగు, సోమా అంటే పదార్థం వెరసి రంగు పదార్థం) అంటారు. ఈ రంగు పదార్థాన్ని తెలుగులో వారసవాహికలు అందాం – ఎందుకంటే, ఈ “రంగు పదార్థం” లోనే మన వారసత్వపు సమాచారం అంతా నిక్షిప్తమై ఉంది. పైపెచ్చు వారసవాహికలు అన్న మాట స్వయం బోధకంగా కూడ ఉంది కదా!

చిక్కుపడ్డ దారపు ఉండలలా ఉన్న ఈ వారసవాహికలు క్రమేపీ చిక్కులు విడి పొడుగాటి దారంలా తయారయిన తరువాత ఇవి మధ్య భాగంలో తెగిపోయి ఒక సగం ఒక పక్కకి, రెండవ సగం రెండవ పక్కకి జరుగుతాయి. ఇలా విడిపోగానే, ఏ అర్ధ బాగంలో ఉన్న తంతువులు ఆ అర్ధ భాగంలో మళ్లా ఉమ్మలు చుట్టుకుని దారపు ఉండలా తయారవుతాయి. ఇదే సమయంలో కణంలోని మిగిలిన భాగాలన్నీ రెండు వాటాలు వేసినట్లు ఇటూ, అటూ సర్దుకుంటాయి. అప్పుడు కణం మధ్య భాగం సన్నగా తయారయి, ఒకటి కాస్తా రెండు కణాలుగా విరిగిపోతుంది. ఈ కార్యక్రమాన్ని అంతటినీ, టూకీగా, ఈ దిగువ బొమ్మలో చూపిస్తున్నాను.



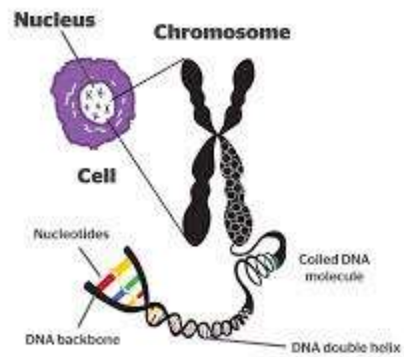
బొమ్మ 20.2 కణ విభజన కార్యక్రమం (టూకీగా)

పైన వర్ణించిన ప్రక్రియని ఇంగ్లీషులో "మైటోసిస్" (mitosis) అంటారు. దీనిసే మనం కణ విభజన అంటున్నాం.

కణ విభజన అర్థం అవుతూన్న కొత్త రోజులలో యధావిధిగా కొన్ని గడ్డు సమస్యలు ఎదురయాయి. కణం విభజన చెంది ఒకటి రెండుగా మారుతూన్నప్పుడు కణంలో ఉన్న వారసవాహికలు కూడ విభజన చెందుతాయని చదువుకున్నాం కదా. తల్లి కణంలో నాలుగు వారసవాహికలు ఉన్నాయనుకుందాం. ఈ తల్లి కణం విభజన చెంది రెండు పిల్ల కణాలుగా మారినప్పుడు పిల్లల మధ్య ఈ వారసవాహికల పంపకం ఎలా జరుగుతుంది? ఆస్తి పంపకంలా పిల్లకి రెండు చొప్పున నాలుగింటినీ పంచవచ్చు. పిల్ల కణాలు చీలి రెండేసి పిల్లలు అయినప్పుడు ఆ మనుమలకి, ఒకొక్కరికి ఒకొక్క వారసవాహిక వస్తుంది. ఈ పద్ధతి సరి కాదని తెలిసిపోతోంది కదా.

కణ విభజనలోని సూక్ష్మాన్ని అమెరికా శాస్త్రవేత్త వాల్టర్ సట్టన్ (Walter Sutton, April 5, 1877 – November 10, 1916) కనుక్కునారు. ఆయన చెప్పిన విషయంలో ముఖ్యమైన అంశం ఏమిటంటే కణంలో వారసవాహికలు అతుక్కున-జంటలుగా ఉంటాయనిన్నీ, జంటలో

ఉన్న రెండు చీలికలు ఒకదానికొకటి దర్పణ బింబాలులా (mirror images) ఉంటాయని ఈయన ఊహించేరు (బొమ్మ 20.3 చూడండి).

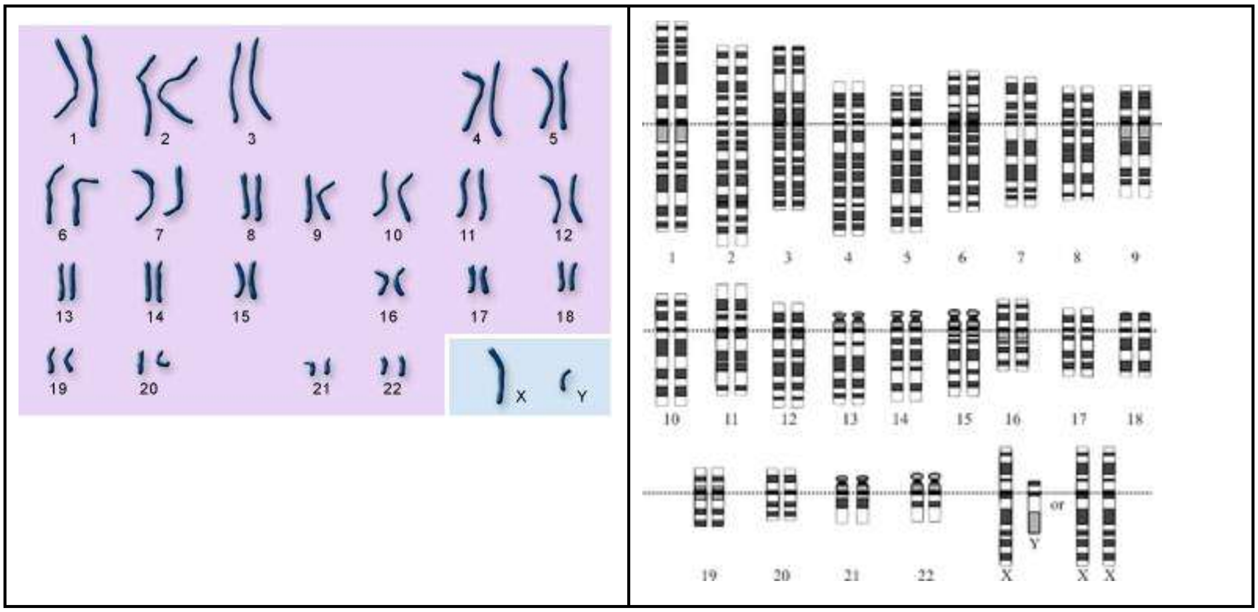


బొమ్మ 20.3 ఒక వారసవాహిక (క్రోమోజోము) ఆకారం

కణ విభజన జరిగే సందర్భంలో ఈ రెండు దర్పణ బింబాలు నడిమధ్యలో నిలువుగా చీలిపోతాయి (జరాసంధుడిలా). అలా చీలిపోయినప్పుడు ఖాళీగా మిగిలిపోయిన అర్థ భాగాలలో కణసారంలో ఉన్న పదార్థం చేరి మళ్లా దర్పణ బింబాలుగా తయారయి అతుక్కుపోతాయి. ఈ పద్ధతి ప్రకారం ఒకటిగా ఉన్న వారసవాహిక రెండుగా రెట్టింపు అయింది కదా! ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం పునరోత్పత్తి ఎలా జరుగుతుందో చూద్దాం.

ఉదాహరణకి మానవుడి ప్రతి కణంలోను 23 జతల వారసవాహికలు (chromosomes) ఉన్నాయి – ఒక్క సందర్భాన్ని మినహాయిస్తే. పురుషుడి వీర్య కణాలలో 23 వారసవాహికలే (23 జతలు కాదు) ఉన్నాయి. అదే విధంగా స్త్రీ అండం లో 23 వారసవాహికలే (23 జతలు కాదు) ఉన్నాయి. వీర్యకణం అండంతో సంయోగం చెందినప్పుడు ఈ 23 ఆ 23 తో కలసి 23 జతలు అవుతాయి. ఈ సంఘటనే జీవానికి నాంది. ఇటు పైన – ఏవో అసాధారణ

పరిస్థితులలో తప్ప – కణ విభజన జరిగినప్పుడల్లా ఈ 23 జతలు తల్లి కణం నుండి పిల్ల కణానికి సంక్రమిస్తూనే ఉంటాయి. మానవుని 23 జతల వారసవాహికలు సూక్ష్మదర్శనిలో చూస్తే ఎలా కనిపిస్తాయో బొమ్మ 20.4 లో చూపించేను.



బొమ్మ 20.4 మానవుని జీవకణాలలో ఉండే 23 జతల వారసవాహికలు. ఎడమ: సూక్ష్మ దర్శనిలో చూస్తే ఈ ఆకారాలులా కనిపిస్తాయి. కుడి: ప్రయోగశాలలో వీటిని కాగితం మీద నమోదు చేసినప్పుడు వాటిని చిత్రించే తీరు.

21. క్రైస్తవ భ్రాత ప్రయోగాలు

గత అధ్యాయంలో ప్రస్తావించిన వారసవాహికలు అంటే ఏమిటి? వీటికి ఆ పేరు ఎందుకు పెట్టేరు? ఈ ప్రశ్న మనం అడిగే లోపునే దీని సమాధానం తయారుగా ఉంది. చరిత్రలోని విచిత్రమైన సంఘటనలలో ఇది ఒకటి అని చెప్పుకోవచ్చు.

జరుగుతూన్న కథాకాలం సుమారు 1900 ప్రాంతాలలో. అప్పటికి 30 సంవత్సరాల ముందే sTri ఆస్ట్రియాలో ఒక క్రైస్తవ భిక్కువు ఉండేవారు. హిందూ మతంలో లాగనే క్రైస్తవ మతంలో అనేక శాఖలు ఉన్నాయి. వాళ్లకీ మనలాగే సన్యాసులు, మునులు, భిక్కువులు, వగైరా ఉన్నారు. వారిలోను సర్వసంగ పరిత్యాగులు ఉన్నారు, మానవ సేవకి అంకితం చేసిన కర్మ యోగులూ ఉన్నారు. మౌనంగా ఒక మూలని కూర్చుని, ప్రార్ధన చేసుకుంటూ, దైవ చింతనతో కాలం గడిపేవాళ్లని ఇంగ్లీషులో "మంక్" (monk) అంటారు. వీళ్లు మన మునులు లాంటి వాళ్లు. అలా కాకుండా మానవ సేవే మాధవ సేవ అని నమ్మి జీవితాన్ని మానవ సేవకి అంకితం చేసిన వాళ్లని ఇంగ్లీషులో "ఫ్రయర్స్" (frairs) అంటారు. వీరిని "బ్రదర్స్" అని సంబోధిస్తారు. వీళ్లని మనం "భ్రాతలు" అందాం. మనం కూడ సన్యాసులని సరస్వతులు, పరమహంసలు వగైరా బిరుదులతో పిలవడం లేదూ? గ్రెగోర్ యొహాన్ మెండెల్ (Gregor Johann Mendel, 20 July 1822 – 6 January 1884) ఈ రకం క్రైస్తవ భ్రాత. ఈయన ముక్కు మూసుకుని మూలని కూర్చోకుండా పెరట్లో రకరకాల బటానీ మొక్కలని పెంచి వాటితో ప్రయోగాలు చేస్తూ ఉండేవారు. కించిత్ భోగో భవిష్యతి అన్నట్లు ఈయన చచ్చిపోయిన తరువాత, 30 ఏళ్లు పోయిన తరువాత, గుర్తింపు పొందేరు – తెలుగు వాడిలా.



బొమ్మ 21.1 గ్రెగోర్ మెండేల్

మన కథ ముందుకి నడవాలంటే ఈయన బటానీ మొక్కల మీద చేసిన ప్రయోగాలు ఇప్పుడు చెప్పక తప్పదు. ఎర్ర పువ్వులు పూసే బటానీ మొక్కలని ఒక మడిలోనూ, తెల్లటివి పుసేవాటిని వేరొక మడిలోనూ వేసి పెంచేరాయన. ఎర్ర పువ్వుల మొక్కల పుప్పొడిని ఎర్ర పువ్వులు పూసే మొక్కల మీదే పడేటట్లు జాగ్రత్త పడ్డాడీయన. ఈ రకం ప్రక్రియని పరిభాషలో స్వపరాగ సంపర్కం (సపప లేదా self-pollination) అంటారు. ఆ మొక్కలు పంటకి వచ్చిన తరువాత, వాటి విత్తులని తిరిగి నాటితే అవి ఎర్ర పువ్వులే పూసేయి. ఇది సహజం కదా! పులి కడుపున పులిపిల్ల పుడుతుంది కాని పిల్లి పుడుతుందా. కనుక ఇక్కడ వింత ఏమీ లేదు.

మరొక ప్రయోగంలో మెండెల్ ఎర్ర పూల పుప్పొడిని తెల్ల పువ్వులు మీద పడేటట్లు చేసేరు. ఈ రకం ప్రక్రియని పరిభాషలో పరపరాగ సంపర్కం (పపస లేదా cross-pollination)

అంటారు. ఆ మొక్కలు పంటకొచ్చేవరకు ఆగి, వాటి నుండి వచ్చిన విత్తులని నాటి చూసేరు. ఈ కొత్త తరం (new generation or second generation) మొక్కలు ఎరుపు, తెలుపు చెరి సగం పుయ్యకుండా అన్నీ ఎర్ర పువ్వులే పూసేయి! మచ్చుకి ఒక తెల్ల పువ్వు లేదు. అంటే తెల్ల పువ్వులు పూసే జాతి ఈ తరంతో అంతం అయిపోయినట్లేనా?

మెండెల్ ఈ రెండవ తరం ఎర్ర-పువ్వు మొక్కలని వాటితో అవే సంపర్కం చేసుకునేటట్లు sa (సపప లేదా స్వపరాగ సంపర్కం) చేసేరు. ఈ రెండో తరం “ఎర్ర-మొక్కలు” పంటకి వచ్చేయి. ఆ విత్తులని మళ్లా నాటేరు. తల్లీవీ, తండ్రీవీ ఎర్ర పువ్వులే కనుక వాటి పిల్లలకి కూడ ఎర్ర పువ్వులే పుయ్యాలి. కాని, ఆశ్చర్యం! ఈ తరంలో కొన్ని శుద్ధ తెల్ల పువ్వులు, కొన్ని శుద్ధ ఎర్ర పువ్వులు పూసేయి. ఎన్ని తెల్ల పువ్వులో, ఎన్ని ఎర్ర పువ్వులో ఆయన జాగ్రత్తగా లెక్కపెట్టి చూసేరు. ఈ తరంలో మూడొంతులు పువ్వులు ఎర్రనివి, నాలుగవ వంతు మాత్రమే తెల్ల పువ్వులు.

మెండెల్ నాలుగవ తరానికి వెళ్లేరు. ఈ సారి మూడవ తరంలో వచ్చిన తెల్ల-పువ్వుల మొక్కలలో స్వపరాగ సంపర్కం చేసి, అవి పంటకివచ్చే వరకు ఆగి, అప్పుడు ఆ విత్తులని మళ్లా నాటితే అవి కేవలం తెల్ల పువ్వులనే పూసేయి – మచ్చుకొక ఎర్ర పువ్వు లేదు. ఇదే పద్ధతిలో, వేరొక మడిలో, ఎర్ర-పువ్వుల మొక్కల మధ్య స్వపారగ సంపర్కం చేసి, ఆ విత్తులని నాటినప్పుడు అవి కొన్ని ఎర్ర పువ్వులని, కొన్ని తెల్ల పువ్వులని పూసేయి!

మెండెల్ చేసిన ప్రయోగాలు కేవలం పువ్వుల రంగుల వారసత్వ లక్షణాలకే పరిమితం కాదు. మొక్క యొక్క కాండం పొడుగు ఒక తరం నుండి మరొక తరానికి ఎలా సంక్రమిస్తుందో కూడ

ఆయన అధ్యయనం చేసేరు. ఇలా మొక్కలకి ఉండే విశిష్టమైన లక్షణాలు (characteristics) ఎన్నింటినో ఆయన పరిశీలించి చూసి ఈ దిగువ సమీక్షించిన సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించేరు.

1. మొక్క యొక్క ప్రతి బాహ్య లక్షణం ఒక “అదృశ్యమైన కారణం” యొక్క అజమాయిషీలో ఉంటుంది. ఈ బాహ్య లక్షణం పువ్వు రంగు కావచ్చు, కాండం పొడుగు కావచ్చు, గింజల రూపురేఖలు కావచ్చు, లేదా మరేదయినా కావచ్చు.

మెండెల్ చెప్పిన “అదృశ్యమైన కారణం” ఈ రోజుల్లో “జన్యువు” (gene) అని పిలవబడుతోంది. ఉదాహరణకి ఒక జాతి మొక్కలో పువ్వుల రంగు ఒక జన్యువు నిర్ణయించవచ్చు. విత్తనం రంగుని మరొక జన్యువు నిశ్చయించవచ్చు. కాండం పొడుగు మరొక జన్యువు నిర్ణయించవచ్చు. ఒక మొక్క ఆకులు గొంగళి పురుగులకి రుచిస్తాయో లేదో వేరొక జన్యువు నిర్ణయించవచ్చు.

2. ఈ జన్యువులు ఒంటరిగా కాకుండా జంటలుగా ఉంటాయి. అంటే ఎర్ర పువ్వులు పూసే మొక్కలలో ఎరుపుతనాన్ని ఇచ్చే జన్యువులు రెండు ఉంటాయి. వీటికి R అని పేరు పెడదాం. ఎర్ర పువ్వులు పూసే మొక్కలలో ఇటువంటి R జన్యువులు రెండు ఉంటాయి కనుక ఆ మొక్కలని RR మొక్కలు అందాం. ఇదే విధంగా తెల్ల పువ్వులు పూసేవి WW మొక్కలు. మొక్కల విత్తనాలలో కూడ ఈ జన్యువులు జంటలుగానే ఉంటాయి. (ఒక్క వీర్య కణాలలోను, అండ కణాలలోను తప్ప మిగిలిన అన్ని కణాలలోను ఈ జన్యువులు జంటలుగానే ఉంటాయి.) ఈ జంట జన్యువులలో ఒకటి తండ్రి నుండి, ఒకటి తల్లి నుండి సంక్రమిస్తాయి. అందుకనే తల్లిదండ్రుల పోలికలు పిల్లలలో కనిపిస్తాయి. ప్రతి జన్యువు ఒక బాహ్య లక్షణం మీద అజమాయిషీ చేస్తుంది.

3. ఇప్పుడు ఒక RR మొక్కని తీసుకుందాం. ఈ మొక్క తయారు చేసే పుప్పొడి రేణువులలో (పుప్పొడి అంటే మొక్కల వీర్య కణాలు) ఒకే ఒక R జన్యువు ఉంటుంది. ఈ మొక్క యొక్క అండాశయం (overy) లో కూడ R జన్యువే ఉంటుంది. కనుక ఈ RR మొక్కలలో స్వపరాగ సంపర్కం జరిగితే అండం ఒక R జన్యువుని, పుప్పొడి ఒక R జన్యువుని సరఫరా చేస్తాయి కనుక ఈ సందర్భంలో తయారయే విత్తనంలో రెండు RR జన్యువులు ఉంటాయి కదా. రెండు మోతాదులు ఎరుపు (R) పడ్డాయి కనుక ఈ విత్తనం ఎర్ర పువ్వులనే ఇస్తుంది. ఈ కథ W విషయంలో కూడ అచ్చం ఇదే విధానంలో జరుగుతుంది.

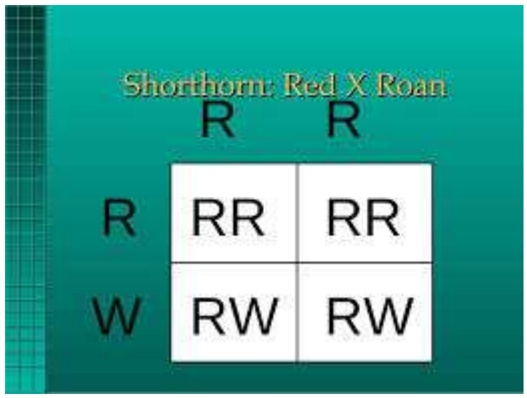
4. పర పరాగ సంపర్కం (పపస, cross pollination) జరిగినప్పుడు కథనం మరొక విధంగా నడుస్తుంది. పపస రెండు రకాలుగా జరగొచ్చు: RR మొక్క తండ్రి, WW మొక్క తల్లి అయినప్పుడు ఒక రకం, RR మొక్క తల్లి, WW మొక్క తండ్రి అయినప్పుడు రెండవ రకం. RR మొక్క పుప్పొడిలో R జన్యువు ఏకాంతంగా (జంటగా కాదు) ఉంటుంది. అదే విధంగా WW మొక్క అండంలో W జన్యువు ఏకాంతంగా (జంటగా కాదు) ఉంటుంది. ఈ పుప్పొడి వెళ్లి ఆ అండం మీద పడి ఫలదీకరణం జరిన తరువాత వచ్చే విత్తులలో RW జన్యువు ఉంటుంది. ఈ RW మొక్కలు మెండెల్ తోటలో ఎల్లప్పుడూ ఎర్ర పువ్వులే పూసేయి. మరి W జన్యువు ప్రభావం ఏమయినట్లు? మెండెల్ అన్నది ఏమిటంటే, "R తేజస్సు ముందు W వెలవెలపోయింది" అని. తెలుపు రంగునిచ్చే W జన్యువు ఎరుపు రంగునిచ్చే R ధాటికి తట్టుకోలేక, నోరు మూసుకుని ఊరుకుందన్నమాట! ఇటువంటి లక్షణం ఉన్న ఈ R జన్యువుని ప్రకాశపు (dominant) జన్యువు అనిన్నీ, ఈ దివిటీ ముందు దివ్వెలా వెలవెల పోయిన W జన్యువుని వెలవెల (recessive) జన్యువు అనిన్నీ అంటారు.

5. ఇప్పుడు మూడవ తరానికి వద్దాం. ఈ తరంలో RW మొక్కలలో సపస (self-pollination) జరిగిందనుకుందాం, ఈ మొక్కల పుప్పొడిలో ఒకే ఒక జన్యువు ఉంటుంది. అది R అయినా కావచ్చు, W అయినా కావచ్చు. నిజానికి సగం మొక్కల పుప్పొడిలో R ఉంటే, మిగిలిన సగం మొక్కల పుప్పొడిలో W ఉంటుంది. ఇదే విధంగా సగం అండకోశాలలో R, సంగం అండకోశాలలో W ఉంటాయి. ఈ సందర్భంలో బీజోత్పత్తి (fertilization) నాలుగు విధాలుగా జరగొచ్చు: (1) R పుప్పొడి వెళ్లి R అండాన్ని చేరుకుంటే RR మొక్కలు వస్తాయి, (2) R పుప్పొడి వెళ్లి W అండాన్ని చేరుకుంటే RW మొక్కలు వస్తాయి, (3) W పుప్పొడి వెళ్లి R అండాన్ని చేరుకుంటే WR మొక్కలు వస్తాయి, (4) W పుప్పొడి వెళ్లి W అండాన్ని చేరుకుంటే WW మొక్కలు వస్తాయి, ఇక్కడ R ప్రకాశపు జన్యువు కనుక RR, RW, WR మొక్కలు ఎర్ర పువ్వులనే ఇస్తాయి; ఒక్క WW మొక్కలే తెల్ల పువ్వులని పూస్తాయి.

6. నాలుగవ తరంలో RW మొక్కలని WW మొక్కలతో కలిపితే, పై తర్కం ప్రకారం, సగం ఎర్ర పువ్వులు, సగం తెల్ల పువ్వులు పూస్తాయని చదువరులే తర్కించి తెలుసుకోగలరు.

ఈ విధంగా తర్కించి, తన సిద్ధాంతాన్ని పూసగుచ్చినట్లు వివరించి, ఆ రోజులలో పేరు మోసిన నగేలీ (Nageli) అనే పెద్ద మనిషికి పంపి, చదివి బాగుంటే ఎక్కడైనా ప్రచురించమని అర్థించేరు. నగేలీ పెదవి విరచేరు. “చర్చిలో కూర్చుని సంఘ సేవ చేసుకునే వ్యక్తికి శాస్త్రం ఏమిటి?” అనుకుని ప్రచురణకి నిరాకరించి పత్రాన్ని తిప్పి కొట్టేరు. మరి గత్యంతరం లేక అనామకమైన చిన్న పత్రికలో ప్రచురించి, శాస్త్ర పరిశోధన తనకేమిటి అనుకుని, పరిశోధనలు మానుకుని, 1884 లో కన్ను మూసేరు.

ఇంతవరకు జరిగిన ప్రయోగాల ఫలితాలని సూక్ష్మంగా, సులభంగా అర్థం అయేటట్లు చెప్పడం ఎలా? వివరాలు అన్నీ అనుమానాలకి ఆస్కారం లేకుండా తేటతెల్లం చెయ్యడం కష్టం కానీ, ఇటువంటి విషయాలని బొమ్మ 21.2 లోలా చూపించడం ఆచారం . ఈ రకం బొమ్మలని మెండెల్-పున్నెట్ చదరం (Mendel-Punnett square) అంటారు.



బొమ్మ 21.2 మెండెల్-పున్నెట్ చిత్రం

ఈ బొమ్మని అర్థం చేసుకోడానికి ప్రయత్నిద్దాం. ఇక్కడ R ఎర్ర పువ్వులని, W తెల్ల పువ్వులని సూచిస్తుంది. పైన, అడ్డు వరసలో ఉన్న R, W అనే రంగులు తండ్రి నుండి సంక్రమించిన లక్షణాలు. అలాగే, ఎడమ పక్క నిలువు వరసలో ఉన్న R, W అనే రంగులు తల్లి నుండి సంక్రమించిన లక్షణాలు అని అనుకుందాం. ఇప్పుడు పిల్లలకి తండ్రి దగ్గర నుండి ఒక అక్షరం, తల్లి దగ్గరనుండి మరొక అక్షరం సంక్రమిస్తే, ఆ పిల్లకి RR కాని, RW కాని, WR కాని, WW కాని సంక్రమిస్తాయి. ఈ తల్లిదండ్రులకి నలుగురు పిల్లలు పుడితే మొదటి సంతానానిక్ RR, రెండవ సంతానానికి RW, మూడవ సంతానానికి WR, నాలుగవ సంతానానికి WW సంక్రమిస్తాయని మనం ఊహించుకోవచ్చు. (ఎప్పుడూ ఇలానే జరగాలని లేదు. కాకి ముక్కుకి దొండపండులా ఉన్న ఒక జంటకి నలుగురు పిల్లలు పుడితే నలుగురూ నల్లగానే పుట్టొచ్చు, నలుగురూ తెల్లగానే పుట్టొచ్చు, కొందరు నల్లగాను, కొందరు తెల్లగాను పుట్టొచ్చు

కదా!) ఇప్పుడు నిజంగా ఏయే రంగు పువ్వులు ఎన్నెన్ని పూస్తాయో లెక్క కట్టాలంటే మనకి మరొక అంశం కావలసి ఉంటుంది. ఉదాహరణకి పిల్ల మొక్కకి RR సంక్రమిస్తే అది అనుమానం లేకుండా ఎర్ర (R) పువ్వులే పూస్తుంది. పిల్ల మొక్కకి WW సంక్రమిస్తే అది అనుమానం లేకుండా తెల్ల (W) పువ్వులే పూస్తుంది. పిల్ల మొక్కకి RW కాని WR కాని సంక్రమిస్తే? ఈ R, W లలో R శక్తిమంతమైనది (ప్రకాశించేది) అనుకుంటే ఈ రెండు సందర్భాలలోనూ ఎర్ర పువ్వులే లభిస్తాయి. అదీ ఈ మెండెల్-పిన్నెట్ చిత్రం చెప్పే విషయం.

22. ప్రాణ్యముల పతనం లేదా కుక్కని ఆడించిన తోక

మెండెల్ తో మెండెల్ ప్రచురించిన వ్యాసం కూడ కాలగర్భంలో కలసిపోయింది. ఈ వ్యాసం మళ్లా వెలుగు చూసేసరికి ఒక తరం నిండుగా గడచిపోయింది.

అది సా. శ. 1900. పక్క పక్క దేశాలయిన హాలండులో ఒకడు, అస్ట్రియాలో ఒకడు, sTr జెర్మనీలో ఒకడు – ఒకరికి తెలియకుండా ఒకరు – ఒకే విషయం పై పరిశోధనలు చేస్తున్నారు. ఏమిటా విషయం? జంతువులలో జరిగే ఉత్పరివర్తనలు (mutations). అంటే? పిల్లలు తల్లిదండ్రులని పోలి ఉంటారని మనందరికీ తెలుసు. కాని అప్పుడప్పుడు, అకస్మాత్తుగా, కారణం కనిపించకుండా, తల్లిదండ్రులలో కాని, వంశంలోకాని లేని లక్షణాలు పిల్లలలో పొడచూపుతూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకి ఎర్ర పువ్వులు పూసే మందార అకస్మాత్తుగా ఒకే ఒక తెల్ల పువ్వు పూస్తే ఆశ్చర్యం వెయ్యదూ? అయిదడుగులు ఎత్తు ఉన్న ఆవుకి పొట్టిగా రెండడుగుల దూడ పుడితే అబ్బురం కాదూ? ఇలా సరికొత్త లక్షణాలతో పుట్టిన జంతువులని ఇంగ్లీషులో “స్పోర్ట్” (sport) అంటారు. ఈ విషయం మీద పైన చెప్పిన ముగ్గురు వ్యక్తులూ పరిశోధన చేసి, వారి ఫలితాలని ప్రచురిద్దామని ఉవ్విళ్లూరుతున్నారు. పరిశోధన పత్రాన్ని ప్రచురణకి పంపే ముందు మరొకసారి ముగ్గురూ వారి వారి గ్రంథాలయాలకి వెళ్లేరు. తమకి దక్కిన ఫలితాలలో కొత్తదనం ఉందో లేదో తెల్చుకోవలసిన కనీస బాధ్యత పరిశోధన చేసే వారికందరికీ ఉంది. అందుకని ఈ ముగ్గురూ గ్రంథాలయంలో దుమ్ము పట్టిన పాత పత్రికలు తిరగేసి చూస్తున్నారు. ముగ్గురికీ మారుమూలన పడి ఉన్న మెండెల్ వ్యాసం కనిపించింది. తాము కొత్తగా ఆవిష్కరించేమని అనుకుంటూన్న విషయం మెండెల్ ఎప్పుడో ముప్పయి ఏళ్ల క్రితమే ముచ్చటించేరని గ్రహించి నిలువునా నిరుత్సాహ పడిపోయేరు.

మెండెల్ వ్యాసాన్ని నిలువు లోతు గోతిలో పడేసి, కప్పేసి, గప్ చిప్ గా ముగ్గురూ ఎవరి వ్యాసాలు వారు ప్రచురించుకుని ఉండుంటే చరిత్ర ఎలా ఉండేదో మనకి తెలియదు. ముగ్గురూ నిజాయతీ పరులు కావడంతో నివురు కప్పిన నిప్పులా మూలని పడి మూలుగుతూన్న మెండెల్ వ్యాసాన్ని బయటకి లాగి అది వెలుగు చూసేలా చేసేరు. మెండెల్ ప్రతిపాదనలని బలపరుస్తూ ముగ్గురూ తమతమ కొత్త ఫలితాలని ప్రకటించేరు. నిజాయితీకి కూడ గుర్తింపు ఉంటుందని ఈ సంఘటన చెబుతోంది. ఈ ప్రచురణతో మెండెల్ ప్రవచించిన జన్యు సిద్ధాంతం (gene theory) బాగా ప్రాచుర్యంలోకి వచ్చింది.

ఉత్పరివర్తనల గురించి పరిశోధన చేస్తూ ఉన్న సందర్భంలో కదా మరుగున పడిపోయిన మెండెల్ జన్యు సిద్ధాంతం వెలుగు చూసింది. ఇంతకీ ఉత్పరివర్తనలు అంటే ఏమిటి? వీటికీ మెండెల్ ఊహించిన జన్యువులకి మధ్య సంబంధం ఏమిటి? ఒక జన్యువు అకస్మాత్తుగా తన సహజ లక్షణాన్ని మార్చుకుని అసహజంగా ప్రవర్తిస్తే దానిని ఉత్పరివర్తన (mutation) అంటారు. జన్యువులు ఇలా ఉత్పరివర్తన చెందడానికి కారణాలు అనేకం ఉండొచ్చు. కాస్మిక్ కిరణాల ధాటికి ఈ మార్పు సంభవించవచ్చు. రేడియో ధార్మికత్వం ఉన్న పదార్థాల నుండి వెలువడే శక్తిమంతమైన కిరణాల ప్రభావం కావచ్చు. ఎండలో ఉండే అత్యూద కిరణాలు కావచ్చు. కొన్ని రసాయనాల ప్రభావం కావచ్చు. ఇలా అనేకమైన కారణాల ప్రభావం వల్ల జన్యువులోని అణువులలో కొద్దిగా మార్పులు రావచ్చు. ఇలా జన్యువు లోని అణువుల అమరికలో మార్పు వచ్చినప్పుడు ఆ జన్యువు చెయ్యవలసిన పని సక్రమంగా జరగదు.

పైన చెప్పిన విషయాన్ని సోదాహరణంగా వివరిస్తాను. ఒక వంశంలో కంచు కాగడా వేసి వెతికినా తెల్లటి చర్మపు రంగు లేదనుకుందాం. అకస్మాత్తుగా ఆ వంశంలో గోడకి పూసే వెల్ల రంగులో తెల్లటి పిల్ల పుడితే “ఇదెలా సాధ్యం?” అంటూ ఆశ్చర్యపడమూ? ఇలా తెల్లగా పుట్టిన

శరీరంలో "మెలనిన్" (melanin) అనే రంగు పదార్థం తయారు కాకపోతే ఇటువంటి పాలిపోయిన రంగు వస్తుంది. ఈ మెలనిన్ అనే రంగు పదార్థం తయారీకి "టైరోజీన్" అనే నవామ్లం ముడిపదార్థంగా ఉండాలి. ఈ తయారీ ఎన్నో అంచెలలో, ఎన్నో రసాయన ప్రక్రియల వల్ల జరుగుతుంది. ఈ రసాయన ప్రక్రియలన్నీ సజావుగా జరగాలంటే వాటిమీద అజమాయిషీ చేసే ఒక ప్రత్యేక జాతి బణువులు మధ్యవర్తులుగా ఉండాలి. ఇలా మధ్యవర్తులుగా అజమాయిషీ చేసే పదార్థాలని అజములు (enzymes) అంటారని ఇదివరలో చదువుకున్నాం. ఏ అంచెలో ఉండవలసిన అజము అక్కడ వేళకి లేకపోతే ఆ ప్రక్రియ సరిగ్గా జరగదు. అందువల్ల కావలసినంత మోతాదులో మెలనిన్ తయారు కాదు. మెలనిన్ లేకపోతే శరీరానికి రావలసిన ఛాయ రాదు. అప్పుడు పుట్టిన పిల్ల వెలవెలపోతూ కనిపిస్తుంది. ఇదే విధంగా శరీరంలో జరిగే అసంఖ్యాకమైన రసాయన ప్రక్రియలకి అజముల తయారీ అత్యవసరం.

మెలనిన్ అనే రంజన ద్రవ్యం అజముల అజమాయిషీలో తయారయినట్లయితే అజములు ఎవరి పర్యవేక్షణలో తయారవుతాయి? కొంచెం ఆలోచించండి! నలుపు రంగు తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లలకి సంక్రమించే లక్షణం కనుక "పిల్ల నల్లగానే ఉండాలి" అనే వార్త (message) పిల్లకి తల్లిదండ్రులే ఇవ్వాలి. తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లకి సంక్రమించేవి 23 జతల (మనుష్యులలో) వారసవాహికలు. ఈ వారసవాహికలు అనే దండలలో జన్యువులు అనే "పూసల వరసలు" అక్కడక్కడ ఉంటాయి. కనుక ఒక పిల్ల ఫలానా రంగుతో పుట్టిందంటే వంశంలో ఎక్కడో "పిల్ల నల్లగా పుట్టాలి" అని ఆ పూసల వరసలలో ఎక్కడో "రాసి పెట్టి" ఉండాలి. అంటే మన జాతకాలు నుదిటి రాత మీద కాక జన్యువులలో రాసిన రాత మీద

ఆధారపడి ఉంటాయన్నమాట. ఇలా లిఖించబడ్డ రాత ప్రకారం పనులు జరగడానికి వీలుపడేటట్లు అజముల కట్టడి జరగాలని జన్యువులు నిర్దేశిస్తాయి.

జన్యువులు ఈ "లలాట లిఖితాన్ని" ఒక తరం నుండి మరొక తరానికి చాల జాగ్రత్తగా తీసుకుని వెళతాయి. అందుకనే కాబోలు పెళ్లిళ్లు చేసుకునే ముందు ఏడు తరాలు ఇటూ, అటూ చూసుకోవాలంటారు. మనం ఎంత జాగ్రత్త పడ్డా అప్పుడప్పుడు ఈ లలాట లిఖితం చెదిరిపోతుంది. ఉదాహరణకి "విషమునిమ్ము" అని కాగితం మీద వార్త రాసి కుర్రాడికిచ్చి రాజుగారి దగ్గరకి పంపేమనుకుందాం. దారిలో వాన పడి కొద్దిగా అక్షరాలు చెదిరి "విషయనిమ్ము" అని అవతల వారు చదివేరనుకుందాం. అప్పుడు రాజుగారు తన కూతురు విషయని కుర్రాడికి ఇచ్చి పెళ్లి చేస్తే కథ సుఖాంతం అవుతుంది. అదే విధంగా జన్యువులలో (జీనులలో) ఉన్న రాత అప్పుడప్పుడు చెదరడం కాని, చెరిగిపోవడం కాని జరిగితే ఒక అజము తయారవడానికి బదులు వేరొక అజము తయారవుతుంది. దీని పర్యవసానంగా శరీరంలో తగినంత రంగు తయారు కాక చర్మం తెల్లగా ఉండిపోతుంది.

బాహ్య లక్షణాలు అజముల అజమాయిషీలోను, అజములు జన్యువుల చెప్పుచేతలలోనూ ఉంటే మరి జన్యువులు ఎవ్వరి అజమాయిషీలో ఉంటాయి? జన్యువులు ఎవ్వరి అజమాయిషీలోనూ లేవు; అవి మన తల్లిదండ్రుల నుండి మనకి సంక్రమించిన ఆస్తి. శేష ప్రశ్న ఒక్కటే! ఈ జన్యువులు అజములని ఎలా తయారు చేస్తాయి? అంటే, ఈ జన్యువులు తమలో నిక్షిప్తంగా ఉన్న "రాత" ని ఎలా చదువుకొని ఎలా ఆచరణలో పెడతాయి? ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం కావాలంటే మనం జన్యువుల నిర్మాణక్రమం అర్థం చేసుకోవాలి.

జన్యువులు ప్రతి వారసవాహికలోనూ ఉంటాయి. వారసవాహికలు ప్రతి జీవకణం లోనూ ఉంటాయి. కణాలు శరీరం అంతా ఉంటాయి. మన పరిశోధన ఎక్కడ మొదలు పెట్టడం? పురుషుని వీర్య కణం స్త్రీ యొక్క అండంతో కలవడంతో సృష్టికార్యం మొదలవుతుంది కనుక వారసత్వపు రహస్యంలో సగం వీర్యకణం లోను, మిగిలిన సగం అండంలోనూ ఉండాలని ఊహించడం సబబుగానే ఉంటుంది. ఈ ఊహని బుర్రలో పెట్టుకి జెర్మనీ శాస్త్రవేత్త ఆల్ బ్రెక్ట్ కొస్సెల్ (Albrecht Kossel, 16 September 1853 – 5 July 1927) వీర్యకణాల మీద పరిశోధన మొదలు పెట్టేరు. ఆయన దురదృష్టమే అనండి, మన అదృష్టమే అనండి, ఆయనకి కావలసినది కనిపించకపోతే పోయింది కానీ, ఆయన తర్కం ఎలా నడిచిందో చూద్దాం. ఆయన అజముల కట్టడిలో ఏ రహస్యం దాగి ఉందో వెతుకుతున్నారు. అజము అనేది ఒక ప్రాణ్యము. జన్యువులో అంతర్గతంగా ఒక ప్రాణ్యము కాని ఉంటే ఆ ప్రాణ్యానికి అజము లక్షణాలు ఉండొచ్చు. ఈ తర్కంతో ఆయన వీర్య కణంలో ఉండే ప్రాణ్యము కోసం వేట మొదలు పెట్టేరు.

can you make it look like one word?

వీర్య కణాలలోని వారసవాహికలని విశ్లేషించి చూడగా వాటిలో సగం ప్రాణ్యముతో చేసిన పదార్థం అని తేల్చేరు. మిగిలిన సగం ప్రాణ్యం కాదు. దానిలో భాస్వరం (phosphorus) ఉంది. (ప్రాణ్యములలో భాస్వరం లేదు.) ఇది ఇంతకు ముందు ఎన్నడు కని, విని ఎరగని పదార్థం. ప్రాణ్యములే జీవికి కీలకం అని వాటి మీదే పంచప్రాణాలు పెట్టుకున్న శాస్త్రవేత్తలకి ఈ భాస్వరంతో ఉన్న పదార్థం ఏదో పనికిమాలిన "బరువు"గా తోచి దానిని పక్కకి నెట్టి ప్రాణ్యము మీద దృష్టిని కేంద్రీకరించేరు. వచ్చిన చిక్కల్లా ఒక్కటే. వీర్య కణములలో కనిపించిన ప్రాణ్యం చాల సాధారణమయినది. అంటే ఏ ప్రత్యేకతలూ లేనిది. చిన్న ఉదాహరణగా సేమన్ (Salmon) అనే చేప యొక్క వీర్యకణాలలో ఉన్న వారసవాహికలలో ఉన్న ప్రాణ్యము సంగతే చూద్దాం. అన్ని ప్రాణ్యముల లాగనే ఇది కూడ నవామ్లాల గొలుసే కదా. ఈ గొలుసులో ఉన్న

నవామ్లాలన్నీ ఒకే రకం అయితే ఈ గొలుసు ఒకే వార్తని మొయ్యగలదు. మరొక విధంగా చెబుతాను. ఈ గొలుసులోని పూసలన్నీ ఎర్రనివే అయితే ఈ “ఎర్ర గొలుసు” కి పుట్టే పిల్ల కూడ ఎర్రగానే ఉంటుంది. అంటే తల్లి నుండి పిల్లకి వెళ్లినది ఒకే లక్షణం – అది ఎరుపు రంగు ఇక్కడ. సేమన్ చేప వీర్య కణాలలో ఉన్న ప్రాణ్యం విషయంలో జరిగినది దరిదాపుగా ఇంతే. ఈ ప్రాణ్యములో 90 శాతం ఆర్జనీన్ అనే నవామ్లమే. ఈ రకం గొలుసులో వైవిధ్యత ఉండడం కష్టం. వైవిధ్యత లేకపోతే ఎన్నో రకాల అజములు తయారు కావు. కనుక వీర్య కణాలలో ఉన్న ప్రాణ్యంలో జీవర్ అహశ్యం దాగి లేదేమో! మరెక్కడ ఉండాలి? మూడొంతులు పనికి రాదనుకొని నిర్లక్ష్యం చేసిన మిగిలిన అర్ధ భాగంలో ఉందేమో!

వీర్య కణములలో ఉన్న ప్రాణ్యములకి తగినంత చాతుర్యత, వైవిధ్యత లేకపోవడంతో భాస్వరం ఉన్న ఆ రెండవ అర్ధ భాగం ఏమిటో చూద్దామన్న కుతూహలం పెరిగింది. తరచి తరచి చూడగా ఈ ప్రాణ్యేతర పదార్థంలో ఆమ్ల లక్షణాలు కనిపించసాగేయి. మూడొంతులు సృష్టి రహశ్యం ఈ ఆమ్ల లక్షణాలు ఉన్న బణువులలో ఉందేమోనని కొందరు అనుమాన పడడం మొదలు పెట్టేరు. అంతవరకు ప్రాణ్యమే ప్రాణాధారమంటూ ప్రాణ్యముల మీద మమకారం పెంచుకున్న వారికి ఈ కొత్త దృక్పథం నచ్చలేదు. ప్రాణ్యములని ఎలాగో ఒకలాగ మళ్లా కనకపు సింహాసనం ఎక్కిద్దామని వీరు విశ్వప్రయత్నం చేసేరు. వీళ్లు పట్టుకు వేల్లాడుతూన్నది కేవలం తోకే అనీ అసలు కుక్క ఇది కాదనీ గ్రహింపుకి వచ్చేసరికి కొన్ని సంవత్సరాలు పట్టింది. ఏది ఏమైతేనేమి, కణముల యొక్క కణికలోని వారసవాహికలలోని జన్యువులలోని ప్రాణ్యముని మినహాయించగా మిగిలిన, ఆమ్ల లక్షణాలు ఉన్న పదార్థానికి “కణికామ్లములు” (nucleic acids) అని పేరు పెట్టేరు.

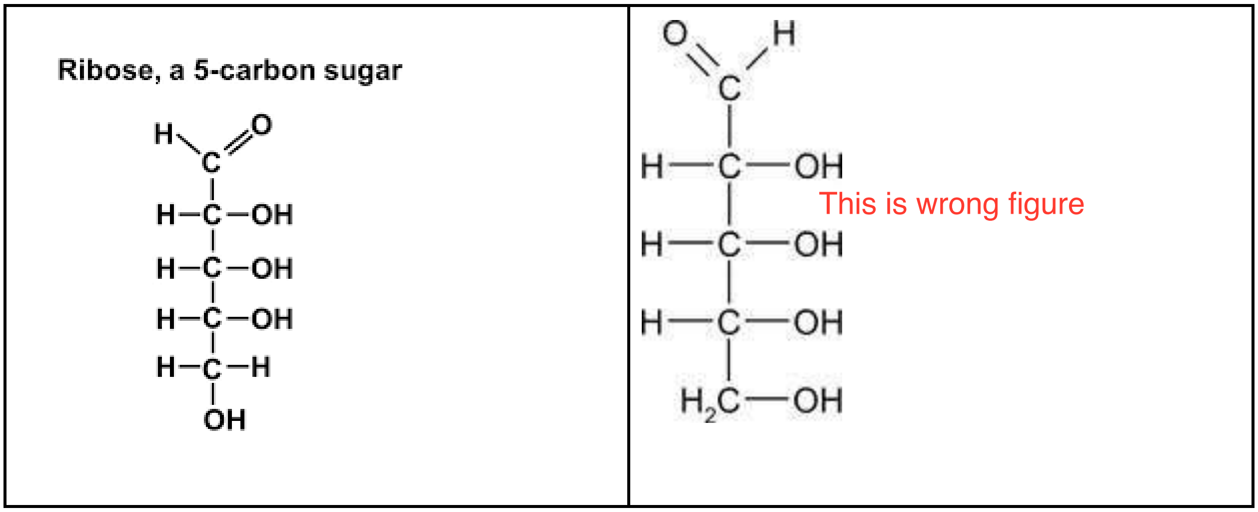
23. కీర్తికెక్కిన కణికామ్లములు

కణికామ్లములు (nucleic acids) అనేవి నాలుగు వన్నెల పూసలు (nucleotides) తో గుచ్చిన పొడుగాటి గొలుసులు అని ఉపమానం చెప్పుకోవచ్చు. ఈ పూసల్ని తయారు చెయ్యడానికి మూడు రకాల ముడి సరుకులు కావలసి ఉంటుంది. వీటిలో మొదటిది ఆమ్లభాస్వరం (phosphate). ఇది ఒక భాస్వరం అణువు, నాలుగు ఆమ్లజని అణువుల సంయోగం. రెండవది అయిదు కర్బనాలతో చేసిన ఒక రకం చక్కెర. మూడవదాంట్లో నత్రజని ఉంటుందని తెలిసింది కాని దాని నిర్మాణక్రమం అంత సులభంగా కొరుకుపడ లేదు. పైన చెప్పిన మూడు ఘటకద్రవ్యాలతో చేసిన పూసలకి “నూక్లియోటైడులు” (nucleotides) అని పేరు పెడదాం.

కణికామ్లముల మీద విరివిగా పరిశోధనలు చేసిన వ్యక్తి లెవీన్ (Phoebus Aaron Theodore Levene, 25 February 1863 – 6 September 1940) అనే రష్యా-అమెరికా శాస్త్రవేత్త (అంటే రష్యాలో పుట్టి, పెరిగి అమెరికాలో పని చేసినవాడు). ఈయన కణికామ్లములలో ఉన్న చక్కెర రైబోజు చక్కెర అని గుర్తు పట్టేరు. ఈ రైబోజు చక్కెరని ఎమిల్ ఫిషర్ అనే వ్యక్తి ఏదో కాలక్షేపానికని తయారు చేసేరని గతంలో ఒకసారి చెప్పుకున్నాం. మామూలు చక్కెరలలో ఆరు కర్బనపు అణువులు ఉంటాయి కనుక వాటిని షడోజు (hexose) జాతి చక్కెరలు అన్నట్లే ఈ కొత్త జాతి చక్కెరలలో అయిదు కర్బనం అణువులు ఉన్నాయి కనుక వీటిని పంచోజు చక్కెరలు (pentose sugars) అంటారు. లెవీన్ నిశిత దృష్టికి మరొక రకం చక్కెర కనబడింది. ఇదీ పంచోజు జాతిదే కాని, ఇందులో ఒక ఆమ్లజని అణువు తక్కువగా ఉంది. రైబోజులో అయిదు ఆమ్లజని అణువులు ఉంటే ఇందులో నాలుగే ఉన్నాయి. అందుకని

ఆయన దీనికి "డీఆక్సీరైబోజు" (deoxyribose) అని పేరు పెట్టేరు. "డీఆక్సీ" అంటే "ఒక ఆమ్లజని తక్కువగా ఉన్న" అని అర్థం - తొమ్మిది నెలలూ నిండకుండా పుట్టినవాడిని "నెలతక్కువవాడా" అని మా తెలుగు మేష్టారు తిట్టినట్లు! ఈ రెండు చక్కెరల నిర్మాణక్రమాలు బొమ్మ 23.1 లో చూడండి.

move this entire box, both figures, and replace with one single Revised Figure 23.1and modify the caption as indicated



madhya

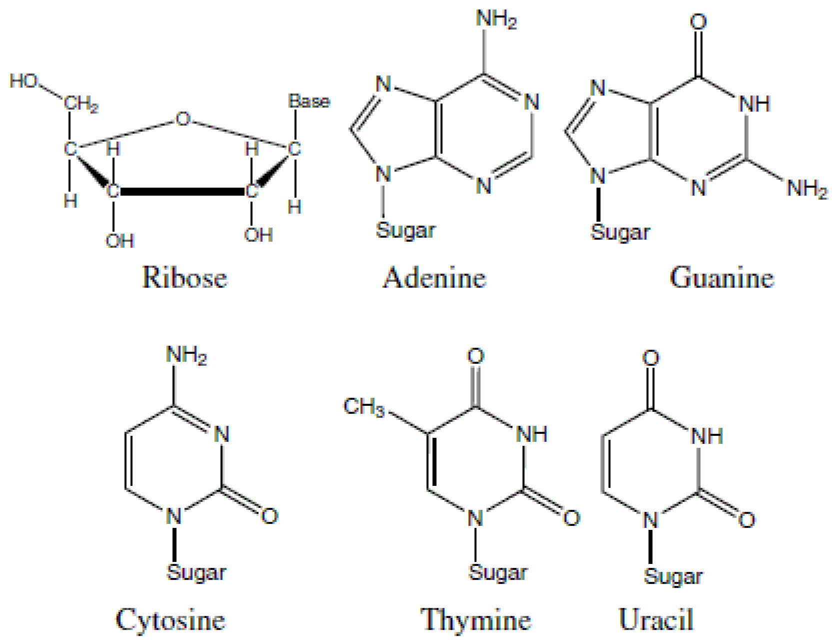
బొమ్మ 23.1 రైబోజు (ఎడమ), డీఆక్సీరైబోజు (కుడి) నిర్మాణక్రమాలు

ప్రతి నూక్లియోటైడ్ అనే పూస లోనూ ఉండే ఆమ్లభాస్వరం సంగతి కొంతా, చక్కెరల గురించి కొంతా తెలుసుకున్నాం కదా. కాని ఈ చక్కెరలలో రెండు రకాలు ఉన్నాయని ఇప్పుడే చదువుకున్నాం. విచిత్రం ఏమిటంటే ఒక నూక్లియోటైడ్ అనే పూసలో రైబోజు చక్కెరయినా ఉంటుంది, డీఆక్సీరైబోజు చక్కెరయినా ఉంటుంది కాని రెండూ ఒకే సారి ఉండవు. అంటే ప్రతి నూక్లియోటైడ్ లోనూ ఇదైనా ఉండాలి, అదైనా ఉండాలి కాని రెండూ ఉండకూడదు. కనుక నూక్లియోటైడులు అనే పూసలతో కట్టిన కణికామ్లాలు అనే గొలుసులు రెండు రకాలు: రైబోజు చక్కెర ఉన్నవి రైబోజు కణికామ్లాలు (Ribose Nucleic Acids or RNA), డీఆక్సీరైబోజు

చక్కెర ఉన్నవి డీఆక్సీరైబోజు కణికామ్లాలు (Deoxyribonucleic Acids, DNA). పేర్లు తెలుగు వాళ్ల పేర్లులా మరీ పొడుగ్గా ఉన్నాయని వీటిని క్లుప్తంగా RNA అనీ, DNA అనీ అంటారు. తెలుగు భాషా పత్రికలో (1970 లో అమెరికా నుండి ప్రచురణ పొందిన రాత పత్రికలో) RNA కి రైకామ్లము అనిన్నీ, DNA కి అరైకామ్లము అనిన్నీ తెలుగు పేర్లు పెట్టేరు ఒకాయన.

సిద్ధాంతాల రాద్ధాంతంలో పడి శాస్త్రవేత్తలు పప్పులో కాలేసి, ఈ రెండూ కణికామ్లాలే అని భావించి వాటికా పేర్లు అలా పెట్టేసేరు. నిలకడ మీద తేలినది ఏమిటంటే ఈ RNA అనేది కణికలో అంత ఎక్కువగా లభించదనిన్నీ, ఇది కణం లోని కణసారంలో ఉంటుందనిన్నీ అర్థం అయింది. కణసారంలో ఉండేది కనుక దీనికి రైబోజు కణసారామ్లం అని పేరు ఉండాల్సింది. ఏమి చేస్తాం! పెద్దలు తప్పులు చేసినా వాటిని ఒప్పులుగా గ్రహించమని వ్యాకరణంలో ఉంది.

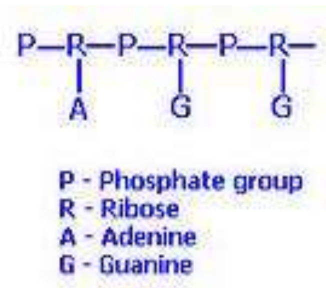
నూక్లియోటైడులు అనే పూసలలో ఆమ్లభాస్వరం, పంచోజు చక్కెర పోగా మిగిలిన మూడో ఘటకద్రవ్యం సంగతి చూద్దాం ఇప్పుడు. ఈ మూడవ అంశంలో నత్రజని ఉందని ముందు తెలిసింది. క్రమేపీ ఈ నత్రజని ఉన్న పదార్థం ఒక్కటి కాదనీ, అవి అయిదు వివిధ బణువులనీ తెలిసింది. ఈ అయిదింటికీ అడినైన్ (Adenine), గువనైన్ (Guanine), సైటొజీన్ (Cytosine), థైమీన్ (Thymine), యూరసిల్ (Uracil) అని పేర్లు పెట్టేరు. వీటి నిర్మాణక్రమాలు బొమ్మ 23.2 లో చూడండి.



బొమ్మ 23.2 కణికామ్లముల నిర్మాణక్రమాలు

ఈ అయిదు నిర్మాణక్రమాలని జాగ్రత్తగా పరిశీలించి చూద్దాం. అడినైన్, గువనైన్ లలో అతుక్కుపోయిన జంట చక్రాలు ఉన్నాయి. ఈ జంట చక్రాలలో ఒకటి ఆరు కోణాలు ఉన్న పిరిమిడీన్ చక్రం, రెండవది అయిదు కోణాలు ఉన్న ఇమిడజోల్ చక్రం. ఇలా జంట చక్రాలు ఉన్న జాతిని ప్యూరీన్‌లు (purines) అంటారు. పోగా మిగిలిన మూడింటిలో, అనగా సైటొజీన్, థైమీన్, యూరసిల్ లలో, కేవలం పిరిమిడీన్ చక్రం ఒక్కటే ఉంది కనుక ఈ జాతిని పిరిమిడీనులు (pyrimidines) అంటారు. ఈ పిరిమిడీనులలో థయమీన్, యూరసిల్ జంటని మరికొంచెం జాగ్రత్తగా చూస్తే ఇవి దరిదాపు ఒక్కలాగే ఉన్నాయి; వీటి మధ్య తేడా అతి స్వల్పం. మీరు తరువాత చూస్తారు: DNA లో థయమీన్ ఉంటే RNA లో, ఆ స్థానంలో, యూరసిల్ ఉంటుంది.

పూసల ఆకారాలు ఎలా ఉంటాయో అర్థం అయింది కనుక వీటితో కట్టిన గొలుసులు (ఈ గొలుసులే DNA, RNA లు!) ఎలా ఉంటాయో చూద్దాం. ప్రాణ్యములనే గొలుసులలో నవామ్లాలు అనే పూసలు ఉంటే కణికామ్లాలు అనే గొలుసులలో నూక్లియోటైడ్ లు అనే పూసలు ఉన్నాయి. ప్రతి నూక్లియోటైడ్ అనే పూస లోను మూడు భాగాలు ఉన్నాయి: (1) ఆమ్లభాస్వరం, (2) పంచోజు చక్కెర, (3) నత్రజని ఉన్న పదార్థం. ముందుగా అన్ని నూక్లియోటైడ్ లలోనూ ఆమ్లభాస్వరం ఉండి తీరాలి. ఒక నూక్లియోటైడ్ అన్న పూసలో ఒక ఆమ్లభాస్వరం, ఒక పంచోజు చక్కెర కలుస్తాయి. ఈ జంటని "షుగర్-ఫాస్ఫేట్" (sugar-phosphate) అంటారు. కణోజు (సెల్యులోజు) అనే బృహత్ బణువుకి గ్లూకోజు కాండం ఎలాగో, ప్రాణ్యములనబడే బృహత్ బణువులకి బహుగ్లయిసీన్ కాండం ఎలాగో కణికామ్లాల కట్టడిలో ఈ ఆమ్లభాస్వరం-పంచోజు చక్కెరతో చేసిన కాండం అలాంటిది. మెలికలు తిరుగుతూ పైకి ఎగబాకే పాదుకి కాండం ఎలాగో అదే విధంగా ఇక్కడ ఈ "భాస్వర-చక్కెర" (sugar-phosphate) కాండానికి ఆకులులా నూక్లియోటైడ్ లు వేల్లాడుతూ ఉన్నట్లు మనం ఊహించుకోవచ్చు. ప్రాణ్యములలో బహుగ్లయిసీన్ కాండం నుండి పక్క గొలుసులు (side chains) వేల్లాడినట్లే ఇక్కడ భాస్వర-చక్కెర కాండం నుండి ప్యూరీనులు కాని, పిరమిడీనులు కాని వేల్లాడుతూ ఉంటాయి (బొమ్మ 23.3 చూడండి). మౌలికంగా చూస్తే కర్బనోదకాలకీ, ప్రాణ్యములకి, కణికామ్లములకి నిర్మాణశిల్పంలో గట్టి పోలికలే ఉన్నాయి; తేడాలు సూక్ష్మ దృష్టితో చూసినప్పుడే!

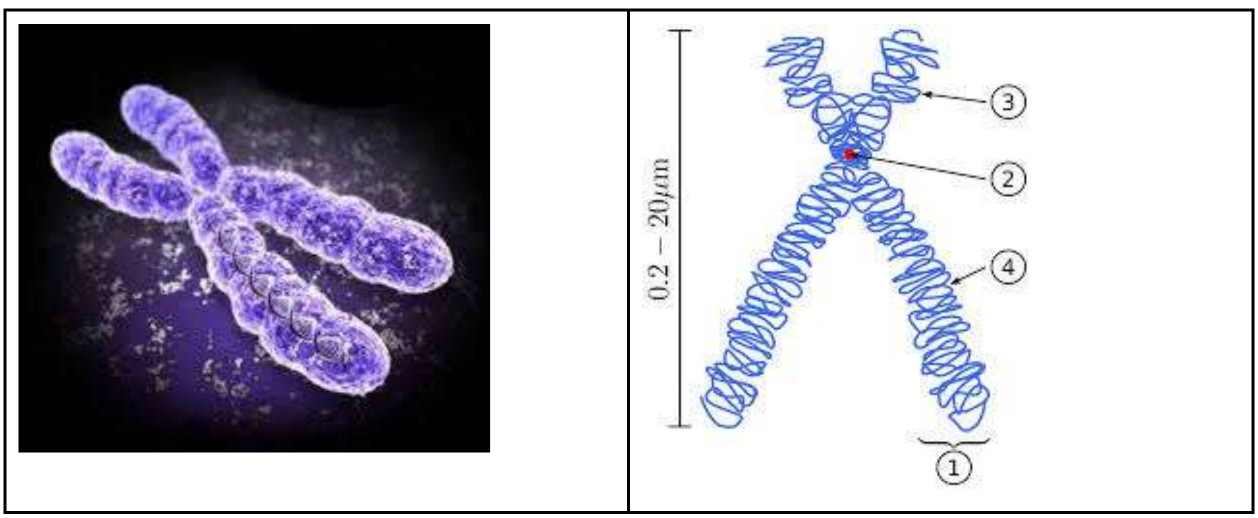


బొమ్మ 23.3 RNA లో ఉండే భాస్వర-చక్కెర వెన్ను. DNA లో ఇటువంటి వెన్నులు రెండు, ఎదురెదురుగా ఉండడమే కాకుండా DNA వెన్నులో R కి బదులు D ఉంటుంది.

న్యూక్లియోటైడ్ లతో కట్టిన ఈ వెన్నుని పోలిన వెన్నులు డి. ఎన్. ఎ. లో రెండు పేటలు ఉంటాయనిన్నీ, అది కేవలం రెండు పేటలు ఉన్న గొలుసు మాత్రమే కాదనిన్నీ, ఈ రెండు పేటలు సర్పిలాకారంలో – రాటని చుట్టుకున్న పాదులా – పెనవేసుకుని ఉంటాయనిన్నీ 1954 లో క్రిక్ (F. H. C. Crick, 8 June 1916 – 28 July 2004), వాట్సన్ (J. D. Watson, 6 April 1928 -) అనే ఇద్దరు వ్యక్తులు కనుక్కున్నారు. వీరు ఆవిష్కరించిన ఈ విషయం జీవరసాయన శాస్త్రపు ప్రగతి పథంలో ఒక మైలురాయిలా చెప్పుకుంటారు.

24. డి. ఎస్. ఎ. నిర్మాణ శిల్పం

జీవి శరీరంలో కోటానుకోట్లు జీవకణాలు (cells) ఉంటాయి. సగటు మానవుడి శరీరంలో ఉరమరగా 50 ట్రిలియనులు (50,000,000,000,000) ఉంటాయని ఒక అంచనా ఉంది. మామిడిపండుకి తొక్క, గుజ్జు, టెంక ఉన్నట్లే ప్రతి జీవకణానికి ఒక కవచం (cell membrane), కవచం లోపల కణసారం (cytoplasm), కణసారం మధ్యలో కణిక (nucleus) ఉంటాయి. ఈ కణికలో లుమ్మలు చుట్టిన పూసల మాలలా వారసవాహికలు (chromosomes) ఉంటాయి. మానవుడి కణాలలో ఇవి 23 జతలు ఉంటాయి. ఈ 23 జతలని రకరకాలుగా బొమ్మలు గీసి కాని, ఫొటోలు తీసి కాని చూపిస్తారు. సూక్ష్మదర్శనిలో చూసినప్పుడు ఎలా కనిపిస్తుందో ఒక జతని బొమ్మ 24.1 క లో చూపించేను. ఈ వారసవాహికలో జన్యు పదార్థం పొడుగాటి దారంలా ఎలా ఉంటుందో ఊహాత్మకంగా బొమ్మ 24.1 చ లో చూపించేను.

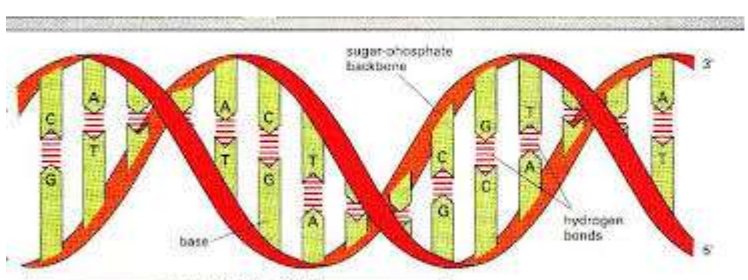


బొమ్మ 24.1 (క.) సూక్ష్మదర్శనిలో ఒక వారసవాహిక కనబడే విధానం, (చ.) వారసవాహికలో జన్యు పదార్థం పూసల దారం లా, ఈ విధంగా ఊహించుకోవచ్చు.

ఈ వారసవాహికలని పూసల మాలగా ఊహించుకున్నప్పుడు అక్కడక్కడ ఉన్న కొన్ని పూసల గుంపులని జన్యువులు (genes) అంటారు. మానవుడి జన్యుపదార్థం (genome) అనే పూసల మాలలో ఉన్న కోటానుకోట్లు పూసలలో ఇటువంటి ప్రత్యేకత గల "పూసల గుంపులు" ఏ 20,000 పైచిలుకో ఉండొచ్చునని శాస్త్రవేత్తల అంచనా. అంటే, మానవుడి జన్యుపదార్థంలో ఏ 20,000 జన్యువులో ఉన్నాయని అనుకుంటున్నారు. కుతూహలం ఉన్నవారికి: అన్నిటికంటె చిన్నదయిన Y వారసవాహికలో 57 మిలియను క్షార ద్వయాలు (base pairs) ఉండొచ్చనిన్నీ, వీటిలో 344 జన్యువులు ఉండొచ్చననిన్నీ ఒక అంచనా ఉంది.

ఈ పూసల గుంపులలో ఉన్న "జన్యు లిపి" (genetic code) ని ఉపయోగించి కణం ప్రాణ్యములు (proteins) అనే పదార్థాన్ని తయారు చేస్తుంది. ఈ ప్రాణ్యములే శరీర నిర్మాణానికి, పరిరక్షణకి తోడ్పడతాయి.

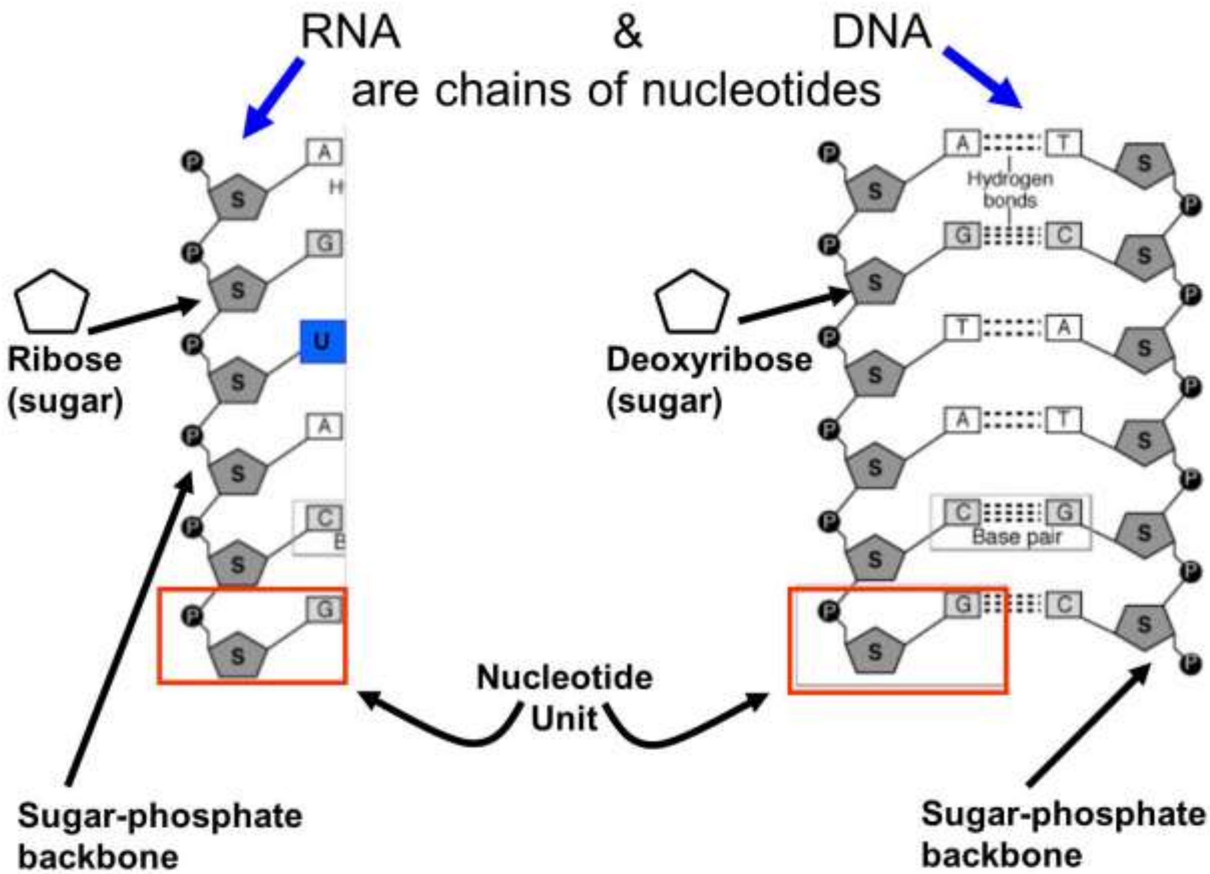
ఈ 23 జతల వారసవాహికలలో ఉన్న జన్యు పదార్థం అంతటినీ కలిపి డి. ఎన్ ఎ. (DNA) అంటారు! కణంలోని కణికలో ఉండలా చుట్టలు చుట్టుకుపోయి ఉన్న ఈ పదార్థంలో ఉన్న చిక్కులన్నీ విడదీసి సాపుగా చేసి చూడగలిగితే దాని ఆకారం తాళ్లతో తయారు చేసిన నిచ్చెనని నిటారుగా ఉన్న స్థంబానికి చుట్టబెట్టినట్లు ఉంటుంది (బొమ్మ 24.2).



బొమ్మ 24.2 డి. ఎన్. ఎ. జంట పెన ఆకారం

ఈ ఆకారాన్ని "జంటపెన" (double helix) అంటారు. ఇటువంటి నిచ్చెనలో ఉన్న మెట్లని "క్షారపు జంటలు" (base pairs) అంటారు. ఈ నిచ్చెనకి అటూ ఇటూ ఉన్న తాళ్లు భాస్వర-చక్కెర (sugar-phosphate) తో తయారవుతాయి. ప్రతి మెట్టు ఒక ప్యూరీన్-పిరిమిడీన్ జంట; మెట్టు ఎడమ భాగం ప్యూరీన్ అయితే కుడి భాగం పిరిమిడీన్ అయి తీరాలి, ఎడమ భాగం పిరిమిడీన్ అయితే కుడి భాగం ప్యూరీన్ అయి తీరాలి. ఈ నిబంధన ఎందుకు వచ్చిందంటే భాస్వర-చక్కెర తో చేసిన ఈ నిచ్చెన తాళ్ల మధ్య మూడు "చక్రాలు" పట్టేంత చోటు మాత్రమే ఉంది. ప్యూరీనులలొ రెండు "చక్రాలు" ఉన్నాయి, పిరిమిడీనులలో ఒక చక్రమే ఉంది కనుక ప్యూరీనుకి ఎదురుగా పిరిమిడీను వచ్చేటట్లు అమర్చాలి. ప్యూరీనులకీ పిరిమిడీనులకీ మధ్య - అంటే, ప్రతి మెట్టుకి మధ్యలో - ఉదజని బంధం (hydrogen bond) ఉంటుంది. "ప్యూరీనుకి ఎదురుగా పిరిడిమీను పడాలి" అంటే సరిపోదు; ఏ ప్యూరీనుకి ఎదురుగా ఏ పిరిమిడీను పడాలో కూడ చెప్పాలి. అడినైన్ (A), గువనైన్ (G) అనేవి ప్యూరీను జాతివి, సైటోజీన్ (C), థైమీన్ (T) అనేవి పిరిమిడీన్ జాతివి కనుక A కి ఎదురుగా T పడాలి, C కి ఎదురుగా G పడాలి అని కూడ నిబంధన ఉంది.

ఇదె విషయాన్ని మరొక విధంగా కూడ చెబుతాను. ఒక డి. ఎన్. ఎ. బణువులో అడినైనులు (Adenines) ఎన్ని ఉంటాయో థయమీనులు (Thymines) అన్ని ఉండాలి (|A| = |T|), గువనైనులు (Guanines) ఎన్ని ఉంటాయో సైటొజీనులు (Cytosines) అన్ని ఉండాలి (|G| = |C|), ప్యూరీను జాతి ఎన్ని ఉంటాయో పిరిమిడీన్ జాతి అన్ని ఉండాలి (|A+G| = |T+C|) (బొమ్మ 24.3 ని కొంచెం జాగ్రత్తగా పరిశీలించి చూడండి.)



బొమ్మ 24.3 డి. ఎన్. ఎ. నిచ్చెనని విప్పి చూస్తే కనిపించే విధానం. DNA కి RNA కి మధ్య పోలికలు, తేడాలు

కణంలో ఉన్న జన్యు సమాచారం (genome) ని ఒక పుస్తకంలా ఊహించుకుంటే, అప్పుడు డి. ఎన్. ఎ. అనేది ఆ పుస్తకం రాయడానికి వాడిన కాగితం, సిరా అనుకోవచ్చు. అప్పుడు వారసవాహికలు ఆ పుస్తకంలో అధ్యాయాలు. మానవుడిలో ఇవి 23 జతలు ఉన్నాయి కనుక మన లలాట లిఖితానికి 23 జతలు లేదా 46 అధ్యాయాలు పట్టిందన్నమాట. ఇప్పుడు ఈ పుస్తకం వంటల పుస్తకం అనుకుందాం. ప్రతి అధ్యాయాన్ని ఒకొక్క రకం వంటకానికి కేటాయించేమనుకుందాం: ఒక అధ్యాయంలో భక్ష్యాలు వండే పద్ధతులు, మరొక అధ్యాయంలో భోజ్యాలు తయారు చేసే పద్ధతులు, వేరొక అధ్యాయంలో లేహ్యాలు, మరొకచోట పానీయాలు,

ఇలా అమర్చేమనుకుందాం. ఈ అధ్యాయాలు జతల వారీగా ఉన్నాయి కనుక జతలో ఒకదానిని శాకాహారానికి, రెండవదానిని మాంసాహారానికి కేటాయించేమనుకుందాం. ఇప్పుడు ఉలవ చారు కాచడం ఎలాగో, ఇంగువ చారు కాచడం ఎలాగో, పప్పు పులుసు చెయ్యడం ఎలాగో, సాంబారు చెయ్యడం ఎలాగో, ఇలా ప్రతి వంటకం వండే పద్ధతిని ఒకొక్క అనువాకం (paragraph) లో చెప్పేమనుకుందాం. ఈ అనువాకాలే జన్యువులు (genes) అంటే. మంచి వంటల పుస్తకం ఉందంటే అందులో కేవలం ఏయే వంటకం ఎలా చేస్తారో రాసేసి ఊరుకుంటే చాకలి పద్దులా ఉంటుంది. పుస్తకం ఆసక్తికరంగా ఉండాలంటే ఆ వంటల నేపథ్యం కూడ రాస్తే బాగుంటుంది: ఆ వంట చరిత్ర, ఏ ప్రాంతంలో దానికి ప్రాచుర్యం ఉంది, ఏయే వంటకాలు ఏయే రాజులు అభిలషించేవారు, వగైరా కబుర్లు కూడ ఉంటే బాగుంటుంది కదా. వారసవాహికలలో ఇలా కేవలం వంటకాలని తయారీకి కావలసిన పద్ధతులే కాకుండా "పనికిమాలిన" సమాచారం ఇంకా చాలా ఉంది. ఆ సమాచారాన్ని జన్యువులు అని పిలవరు; వాటికి మరొక పేరు ఉంది.

వారసవాహికలకి, వంటల పుస్తకానికి ఇలా సారూప్యం చెప్పినా ఈ రెండింటికి మధ్య ఒక పెద్ద తేడా ఉంది. వంటల పుస్తకంలో వంటకాలు ఒక క్రమ పద్ధతిలో అమర్చి రాస్తాము: పిండి వంటలు ఒక అధ్యాయంలోను, కూరలు ఒక అధ్యాయంలోను, పులుసులు మరొక అధ్యాయంలోను, అలా అమర్చుతాం. వారసవాహికలలో ఏ వారసవాహిక మీద ఏ రకం “వంటకం” వర్ణించబడిందో అన్నది ఒక క్రమ పద్ధతిలో లేవు. అంతా కలగాపులగంగా ఉంది. ఇది ఇలా ఎందుకు తయారయిందో మనకి ఇంకా స్పష్టంగా తెలియదు.

కుతూహలాన్ని రేకెత్తించే మరొక విషయం. ంఅన శరీరానికి కావల్సిన పదార్థాలెన్నిటినో మన mana
శరీరమే జన్యువుల పర్యవేక్షణలో తయారు చేసుకుంటుంది. అలాగని జన్యువులలో “సర్వం”

లిఖించి లేదు. ఉదాహరణకి మన మనుగడకి ముఖ్యమైన విటమిన్ C ని తయారు చేసుకోవడం మన శరీరానికి తెలియదు. ఎందువల్ల? ఆ తయారీ పద్ధతి మన జన్యువులలో రాసి పెట్టి లేదు. లేదా, "విటమిన్ C జన్యువు" మన డి. ఎన్. ఎ. లో లేదు!

25. జెనిటిక్ కోడ్ అంటే ఏమిటి?

ఇంతవరకు జరిగిన కథనం అంతా చదివిన తరువాత ఒక విషయం అందరికీ స్పష్టం అయి ఉండాలి. డి. ఎన్. ఎ. అన్నా, వారసవాహికలు అన్నా స్థూలంగా ఒక్కటే. అన్ని వారసవాహికలలోను ఉన్న పదార్థం అంతటినీ కలిపి డి. ఎన్. ఎ. అంటారు. ఈ డి. ఎన్. ఎ. పొడుగాటి తాళ్లతో చేసిన నిచ్చెన ఆకారంలో ఉంటుంది. ఈ నిచ్చెనలోని మెట్లని "క్షార ద్వయాలు" (base pairs) అంటారు. మనిషి డి. ఎన్. ఎ. లో ఈ మెట్లు కోటానుకోట్లు ఉంటాయి. ఈ కోటానుకోట్ల మెట్లలో కొన్ని "మెట్ల గుంపులు" ఒక ప్రత్యేక ప్రతిభ కలిగి ఉంటాయి. ఇలాంటి ప్రతిభ కలిగి ఉన్న డి. ఎన్. ఎ. భాగాలని జన్యువులు (genes) అంటారు. ఏమిటా జన్యువులు ప్రదర్శించే ప్రతిభ? ఈ మెట్ల గుంపులకి (ఈ జన్యువులకి) ప్రాణ్యములని తయారు చెయ్యగలిగే రహశ్యం తెలుసు. ఆ రహశ్యం ఈ మెట్ల గుంపుల వరసలో దాగుని ఉంది. అనగా, ఈ మెట్ల గుంపులో మెట్లు ఏ వరసలో ఉన్నాయో అది ఒక "రహశ్య భాష" ని సూచిస్తుంది. ఆ రహశ్య భాషలో నాలుగే నాలుగు అక్షరాలు ఉన్నాయి. ఇంగ్లీషు భాషకి 26 అక్షరాలు, తెలుగుకి 46, కంప్యూటర్లకి అర్థం అయే భాషలో రెండే రెండు అక్షరాలు (అనగా, 0, 1) ఉన్నట్లే ప్రాణ్యముల తయారీకి ప్రకృతి వాడిన రహశ్య భాషలో నాలుగు అక్షరాలు ఉన్నాయి. వాటిని మన సానుకూలతకి A, C, G, T అని ఇంగ్లీషు అక్షరాలతో క్లుప్తంగా సూచిస్తున్నాం కాని, నిజానికి ఈ నాలుగు అక్షరాలు నాలుగు బణువుల ఆకారాలని సూచిస్తాయి. ఈ నాలుగు బణువులని నూక్లియోటైడ్ లు అంటారు. అనగా, ఈ మెట్లు A, C, G, T అనే పేర్లు గల నూక్లియోటైడ్ లు అనే బణువులతో తయారయాయి.

డి. ఎన్. ఎ. లో రాసిపెట్టి ఉన్న రహశ్య లిపిని చదివి, అర్థం చేసుకుని ప్రాణ్యములని తయారుచెయ్యడం ఎలా? ఈ డి. ఎన్. ఎ. కణిక లోపల ఉంది కదా. ప్రాణ్యములని తయారుచేసే కర్మాగారం కణసారంలో (అంటే, కణిక బయట), రైబోజోములులో ఉంది. కనుక ఈ రహశ్య లిపిలో ఉన్న సమాచారాన్ని కణిక లోపలి నుండి బయటకి తీసుకురావాలి. ఎలా? ఈ పని రెండు అంచెల మీద జరుగుతుంది. మొదటి అంచెలో డి. ఎన్. ఎ. లో ఉన్న రహశ్య సమాచారానికి (లేదా, వర్తమానానికి) నకలు తీస్తాము. ఇలా ఉన్నదానిని ఉన్నట్లు "చూసి

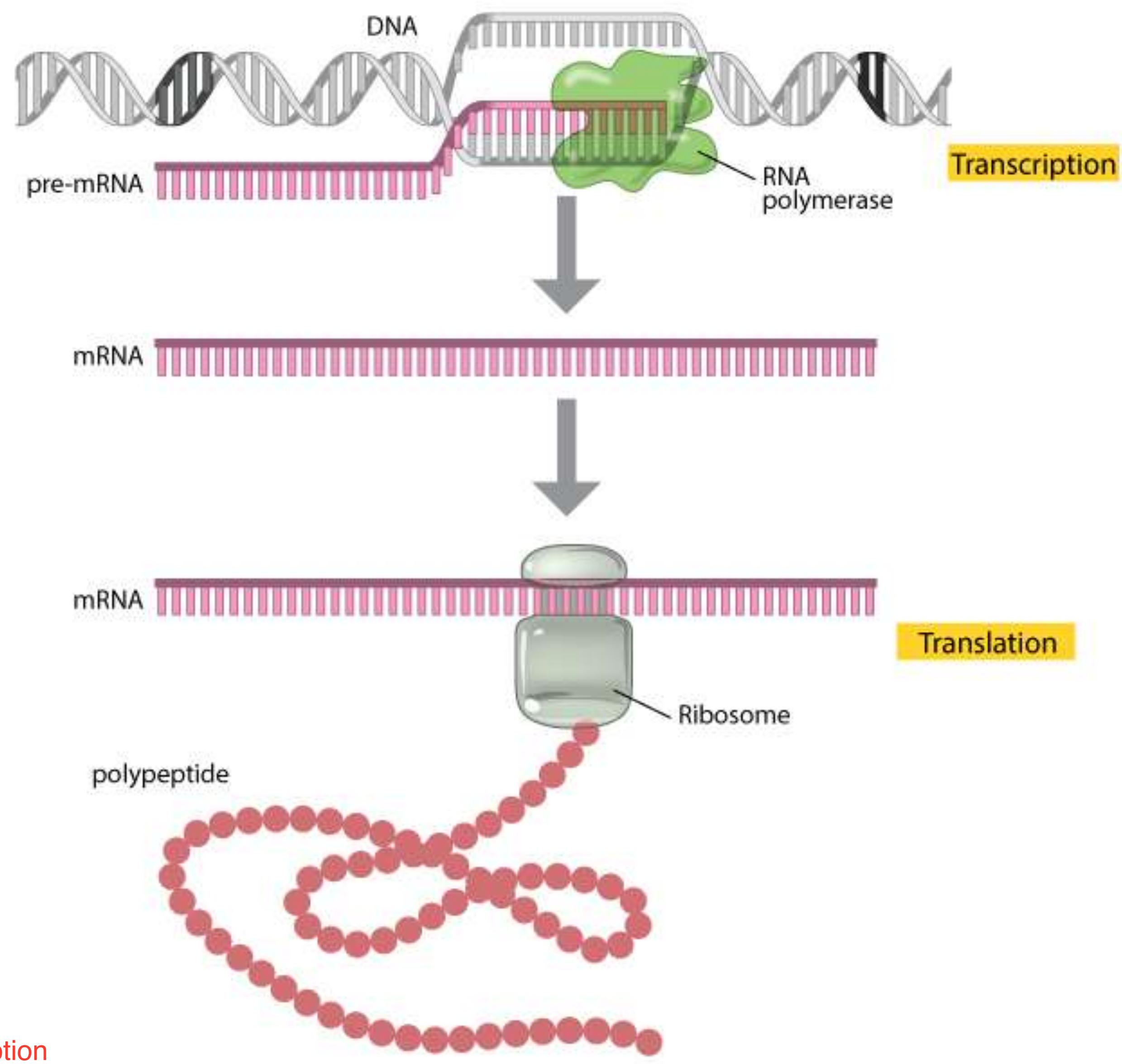
“trAnskripshan” one word

రాయడం" అనే ప్రక్రియని ఇంగ్లీషులో "ట్రన్స్ క్రిప్షన్" (transcription) అంటారు. ఇలా చూసి రాసేటప్పుడు ఆ రాసేదేదో మనకి అర్థం కానక్కరలేదు; ఉన్నది ఉన్నట్లు తప్పులు దొర్లకుండా రాయడమే. ఆ నకలుని కణిక అంతర్భాగం నుండి "మెసెంజర్ ఆర్. ఎన్. ఎ." (mRNA) అనే పేరు గల బృహత్ బణువు మోసుకుని బయటకి తీసుకు వస్తుంది. అప్పుడు ఈ నకలులో ఉన్న రహశ్య లిపిని “మన భాష” లోకి అనువాదం (translate) చేస్తాం. అప్పుడు కణసారంలో ఉన్న రైబోజోము (ribosome) అనే కర్మాగారం అనువదింపబడ్డ నిర్దేశాలని పాటిస్తూ ప్రాణ్యముని నిర్మిస్తుంది.

చిన్న ఉదాహరణ చెబుతాను. మనకి బిరియానీ తినాలని ఉంది. మన దగ్గర ఉన్న తెలుగు వంట మనిషికి వంట చెయ్యడం వచ్చు కాని ఒక్క తెలుగు భాషే చదవగలడు. గ్రంథాలయంలో ఉన్న ఒక ఇంగ్లీషు పుస్తకంలో బిరియానీ చేసే పద్ధతి రాసి ఉందనుకుందాం. మనం గ్రంథాలయానికి వెళ్లి, ఒక కాగితం మీద ఆ పద్ధతిని “చూచి వ్రాత”లా రాసుకుని (transcribe చేసి) బయటకి తీసుకువస్తాం. (పుస్తకంలో ఆ కాగితాన్ని చింపేసి తీసుకురావడం హర్షించదగ్గ పని కాదు కదా!) కాని, వంట మనిషికి ఇంగ్లీషు రాదు. అందుకని ఆ భాషని తెలుగులోకి

తర్జుమా (translate) చేస్తాము. ఈ తెలుగు నిర్దేశాలు (instructions) చదువుకుని వంట మనిషి బిరియానీ (ప్రాణ్యము) తయారు చేస్తాడు. అదీ ఇక్కడ సారూప్యం.

ఇప్పుడు నిజంగా జరిగే కార్యక్రమం చెబుతాను. డి. ఎన్. ఎ. లోని ఒక ప్రాంతంలో ఉండే జన్యువు జుత్తుని ఉత్పత్తి చేసే ప్రక్రియని నిర్దేసిస్తుందని అనుకుందాం. జుత్తుని శరీరంలోని అన్ని కణాలు తయారు చెయ్యలేవు; చర్మంలో ఉన్నవే చెయ్యగలవు. కనుక "జుత్తుని ఉత్పత్తి చెయ్యాలి" అనే వార్త చర్మంలో ఉన్న కణాలకి వెళుతుంది. ఈ వార్త రాగానే చర్మంలోని, కణంలోని కణికలో ఒక అజము పనికి పూనుకుంటుంది. ఈ అజము జంట పెన వేసుకుని ఉన్న డి. ఎన్. ఎ. లో ఒక ప్రత్యేక భాగంలో జంట పెనని విడగొడుతుంది. జంట పెనని అంతటినీ కాదు; ఒక్క చోటే! ఎక్కడ అన్నది ప్రశ్న? డి. ఎన్. ఎ. లో ఒక చోట ఎక్కడో, ఒక ప్రాంతంలో, ఎటువంటి జుత్తు మొలవాలో "రాసి పెట్టి" ఉంటుంది: నల్ల జుత్తా? రాగి జుత్తా? ఉంగరాల జుత్తా? వగైరా విషయాలు. ఈ "రాత" ఎక్కడ ఉందో (ఈ భాగాన్నే జన్యువు అంటారు) అక్కడే జంట పెన విడుతుంది. ఇలా విడిన ప్రాంతంలో "మెసెంజర్ ఆర్. ఎన్. ఎ." (messenger RNA or mRNA) అనే "ఏక పెన" రూపంలో ఉన్న బణువు వచ్చి పెనవేసుకుంటుంది (బొమ్మ 25.1 చూడండి). అప్పుడు డి. ఎన్. ఎ. కి ఒక “ఉల్టా నకలు” (complementary copy) తయారయి "మెసెంజర్ ఆర్. ఎన్. ఎ." కి అతుక్కుంటుంది.



center the caption

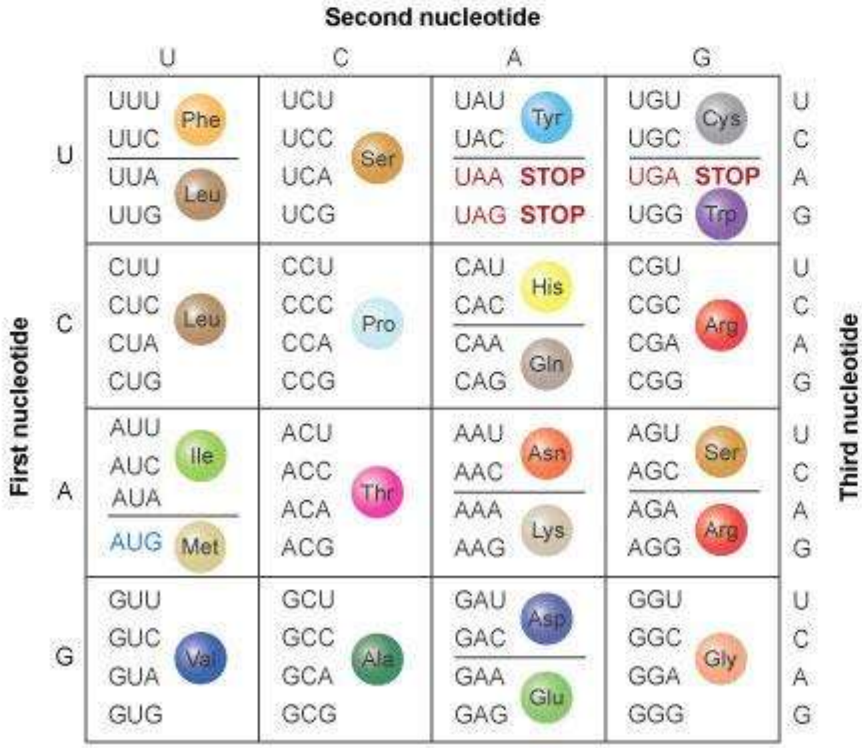
బొమ్మ 25.1 రైబోజోం అనే కర్మాగారం ప్రాణ్యములనే నవామ్లపు దండలని చెయ్యడానికి కావలసిన కార్యక్రమం టూకించి చూపిస్తున్నాను.

ఉల్టా నకలు అంటే ఏమిటి? జుత్తు ఫలానా రంగులో ఉండాలి అని చెప్పడానికి రహస్య భాషలో ...ATGGCTA... అని రాసి ఉంటుందని అనుకుందాం. ముందస్తుగా దీనికి నకలు తియ్యాలి. జీవకణంలో కాగితం, కలం లేవు కనుక ప్రకృతి ఏమి చేస్తుంది? పై అక్షరాలకి “ఉల్టా నకలు”

తయారు చేస్తుంది. “ఉల్టా నకలు" అంటే ఏమిటి? డి. ఎన్. ఎ. కట్టడంలో A-T ఎదురెదురుగా ఉండే ఒక జంట, C-G ఎదురెదురుగా ఉండే మరొక జంట. కదా. ఇప్పుడు డి. ఎన్. ఎ. మధ్యకి నిలువుగా చీలినప్పుడు డి. ఎన్. ఎ. లో ఒక పేట (strand) లో ఉన్న ...ATGGCTA... యొక్క ఉల్టా నకలు ...TACCGAT... అవుతుంది. కాని కారణాంతరాల వల్ల (ఈ కారణాలు అన్నీ ఇక్కడ చెప్పడానికి వీలు పడదు) ఈ సందర్భంలో జీవకణం T కి బదులు U వాడుతుంది. కనుక నిజానికి ఉల్టా నకలు తీసినప్పుడు ...UACCGAU... వస్తుంది. ఈ ఉల్టా నకలునే mRNA అంటారు. కనుక డి. ఎన్. ఎ. లో ఉన్న ...ATGGCTA... అనే వరసకి ఉల్టా నకలైన ...UACCGAU... అనే వరస మనకి mRNA లేదా messenger RNA లో కనిపిస్తుంది.

mRNA ఈ ఉల్టా నకలుని మోసుకుని కణిక లోపలనుండి బయట ఉన్న కణసారంలోకి వస్తుంది. ఇక్కడ రైబోజోములు అనే “కర్మాగారం”లో ఈ ఉల్టా నకలులో ఉన్న “వార్త” అనువాదం (translate) అవుతుంది. ఈ అనువాదం ఎలా జరుగుతుందో transfer RNA ప్రసక్తి తీసుకురాకుండా ఇక్కడ వివరంగా చెప్పడానికి కుదరదు కనుక కొంచెం టూకించి చెబుతాను. mRNA ని A, C, G, U అనే నాలుగు అక్షరాలతో తయారయిన ఒక “ప్రవాహం” లా ఊహించుకుందాం. ఆ ప్రవాహంలో A, C, G, U అనే నాలుగు అక్షరాలు పదే పదే యాదృఛిక క్రమం (random order) లో పునరావృతమవుతూ వస్తూ ఉంటాయి. వీటిని చదివేటప్పుడు మూడేసి అక్షరాలని ఒక “మాట” గా విడగొట్టి చదవాలి. ఎందుకంటే ఒకొక్క “మూడక్షరాల మాట” (codon) ఒకొక్క నవామ్లానికి సంకేతం. మూడు అక్షరాల “మాట”లే ఎందుకు వాడాలి? రెండక్షరాల మాటలు ఎందుకు వాడకూడదు? నాలుగక్షరాల మాటలు ఏం పాపం చేసుకున్నాయి? వగైరా ప్రశ్నలు వస్తాయి కదా. A, C, G, U అనే నాలుగు అక్షరాలని

తీసుకుని వాటిని రెండేసి అక్షరాల "మాటలు"గా అమర్చితే ఎన్ని వస్తాయి? లెక్కలలో ప్రవేశం లేని వారు కూడ ఈ లెక్క తేలికగా చెయ్యవచ్చు. మనకి కావలసిన మాటలని ఒక వరస క్రమంలో రాసెద్దాం: AA, AC, AG, AU, CA, CC, CG, CU, GA, GC, GG, GU, UA, UC, UG, UU, వెరసి పదహారు. ఒకొక్క జంటని ఒకొక్క నవామ్లానికి సంకేతంగా పెట్టుకుంటే ఈ లెక్కని 16 నవామ్లాలే వస్తాయి. మనకి 20 కావాలి. ఇప్పుడు A, C, G, U లని మూడేసి చొప్పున గుంపుగా చేర్చి పేర్చితే మనకి 64 సంకేతాలు వస్తాయి. మనకి కావలసినవొ 20 మాటలే! మిగిలివాటిని ఏమి చెయ్యడం? ఒకొక్క నవామ్లాన్ని తయారు చెయ్యడానికి ఒకటి కంటె ఎక్కువ సంకేతాలని వాడుకుంటుంది జీవకణం. ఏయే సంకేతాలు ఏయే నవామ్లాల ఉత్పత్తికి ఉపయోగించాలో బొమ్మలో (బొమ్మ 25.2) లో చూపుతున్నాను. ఇదే "జెనిటిక్ కోడ్" (genetic code) అంటే. ఈ బొమ్మలో ఏయే నవామ్లాల తయారీకి ఏయే నూక్లియోటైడ్ త్రయాలు (nucleotide triplets) అవసరమో సూచించేను. ఒక్క క్షణం పాటు ఈ పట్టికని పరిశీలించండి.



బొమ్మ 25.2 జెనిటిక్ కోడ్

ఉదాహరణకి UUU అనే త్రయం (codon) కాని, UUC అనే త్రయం కాని జన్యు సంకేత లిపి (genetic code) లో ఉంటే దాని అర్థం Phe (ఫినైలాలనీన్) అనే నవామ్లాన్ని తయారు చెయ్యాలి అని. అదే విధంగా UUA కాని UUG కాని ఉంటే లూసీన్ (Leu) అనే నవామ్లం తయారవుతుంది. లిపిలో UAA, UAG, UGA లలో ఏ త్రయం వచ్చినా అది వాక్యాంతంలోని విరామస్థానం (full stop) అని అర్థం.

గణితపరంగా ఈ రకం సంక్షిప్త లిపి లో దుబారా ఎక్కువ. ఒకే నవామ్లాన్ని తయారు చెయ్యడానికి ఒకటి కెంటె ఎక్కువ త్రయాలు వాడడం దుబారా కాదూ మరి? కాని ఇక్కడ మనకి మరో దారి లేదు. దుబారా అనుకునే కంటె “ముందు జాగ్రత” అనుకుని

సరిపెట్టుకోవాలి. ఒక వేళ, ఏ కారణం వల్ల నైనా, చూచి రాయదంలో తప్పులు దొర్లితే ఒక త్రయానికి బదులు వేరొక త్రయాన్ని వాడుకుని శరీరం తనకి కావలసిన నవామ్లాన్ని, తద్వారా ప్రాణ్యాన్ని తయారు చేసుకోగలదు. Da

25.1 జన్యువులలో ప్రతివర్తితలు (Mutations in Genes)

ప్రతివర్తితలు అంటే జన్యు సంకేతం లోని అక్షరాల అమరికలో వచ్చే మార్పు. ఇక్కడ నా ఉద్దేశం ఈ మార్పులకి కారణాలు వెతకడం కాదు; ఎలాంటి మార్పులు రాడానికి సావకాశం ఉందో టూకీగా పరిశీలించడం మాత్రమే. మూడు రకాల మార్పులని పరిశీలిద్దాం: (1) ప్రతిక్షేపణ (substitution), (2) దోపడం (insertion), (3) తీసెయ్యడం (deletion).

ప్రతిక్షేపణ అంటే మూడక్షరాల సంక్షిప్తం (code) లో ఒక అక్షరం పడవలసిన చోట పొరపాటున వేరొక అక్షరం పడడం. అంటే, ఉదాహరణకి, A పడవలసిన చోట C, G, U (లేదా C, G, T) లలో ఏదో ఒకటి రావడం. ఈ రకం ప్రతివర్తిత అంత ప్రమాదం కాదు. ఎందుకంటే ప్రతి మూడక్షరాల సంక్షిప్తం (codon) ఒకే ఒక నవామ్లపు ఉత్పత్తికి సంకేతమే కాని, ఒక నవామ్లాన్ని తయారు చెయ్యడానికి ఒకటి కంటె ఎక్కువ సంక్షిప్తాలు ఉపయోగించవచ్చు. ఉదాహరణకి సీరీన్ (Serine) అనే నవామ్లం తయారవడానికి ఇక్కడ చూపిన ఏ మూడక్షరాల మాటనైనా వాడవచ్చు: UCU, UCG, UCA, UCC, AGU or AGC. ఇప్పుడు UCG లో G కి బదులు A వస్తే ఇది UCA అవుతుంది. ఈ మార్పు వల్ల ఒరిగే నష్టం ఏమీ లేదు; ఎందుకంటే సీరీన్ ని తయారు చెయ్యడానికి UCG ని కాని UCA ని కాని వాడవచ్చు (బొమ్మ 25.2 చూడండి). కాని, ఇదే UCG లో U కి బదులు C వస్తే CCG అవుతుంది; ఈ CCG

ప్రోలీన్ ని తయారు చేస్తుంది. సీరీన్ కి బదులు ప్రోలీను వస్తే నవామ్లాల వరస మారిపోయింది కదా. అప్పుడు అది మనకి కావలసిన ప్రాణ్యాన్ని తయారు కాదు, మన అదృష్టం బాగులేక పోతే మనకి అవసరమైన ప్రాణ్యం తయారు కాకపోవడం వల్ల ఏ రోగమైనా రావచ్చు.

ఈ సందర్భంలో గుర్తు పెట్టుకోవలసిన ముఖ్య విషయం ఏమిటంటే ప్రాణ్యములు పని చేసే తీరుకీ వాటి తృతీయ కట్టడికి అవినాభావ సంబంధం ఉంది. గొలుసులో ఉండవలసిన నవామ్లం లేకపోతే తృతీయ కట్టడి (అంటే, గొలుసు ముడతలు పడే విధానం) అనుకున్నట్లు రాదు.

దోపడం, తీసెయ్యడం అన్నవి స్వయం బోధకాలు. దోపడం అంటే లేని అక్షరాన్ని మధ్యలోకి దూర్చడం. తీసెయ్యడం అంటే ఉన్న అక్షరాన్ని చెరపడం రైబోజోము మూడేసి అక్షరాలని కలిపి ఒక గుంపుగా చదువుతుంది కనుక మధ్యలో ఒక అక్షరం ఎక్కువైనా, తక్కువైనా “చదివే చట్రం” (reading frame) మారిపోతుంది. దానితో వార్త అంతా గజిబిజి అయి దాని వల్ల తయారయే ప్రాణ్యం అనుకున్న పని చెయ్యలేకపోవచ్చు, లేదా ఏ పనీ చెయ్యలేకపోవచ్చు.

ఉదాహరణకి AUG CGU AGA GGU అనే వరుసక్రమం Met-Arg-Arg-Gly అనే నవామ్లాల గొలుసుకి కారకం. ఇప్పుడు ప్రతివర్తిత వల్ల రెండవ గుంపులోని C ఏష్యం అయిపోయిందని అనుకుందాం. అప్పుడు మిగిలిన సంక్షిప్తాన్ని, మూడేసి అక్షరాలని ఒక గుంపుగా, తిరగ రాస్తే AUG GUA GAG GU వస్తుంది కదా, ఈ వరుస క్రమం Met-Val-Glu- అనే నవామ్లాల గొలుసుకి కారకం అవుతుంది. దీని వల్ల తయారయే ప్రాణ్యం మనకి కావలసినది కానే కాదు.

25.2 జన్యురోగాలు (Genetic Diseases)

జెనిటిక్ కోడ్ అర్థం చేసుకోవడం వల్ల మనకి ఏమి ఉపయోగం? ప్రతి డి. ఎన్. ఎ. లోనూ ఉరమరగా 20,000 జన్యువులు ఉండొచ్చని ఒక అంచనా ఉందని చెప్పేను కదా. వీటిల్లో 4 నుండి 8 వరకు "చెడ్డ" - అంటే, చెడు పరిణామాలకి దారి తీసే - జన్యువులు ఉండొచ్చని శాస్త్రవేత్తల అంచనా. తల్లిదండ్రుల నుండి సంతతికి జన్యువులు సంక్రమించినప్పుడు మంచివీ, చెడ్డవీ కూడ సంక్రమిస్తాయి. సిరి అబ్బకపోయినా చిడుం అబ్బుతుందంటారు. అలా, చెడు అబ్బి దుష్ ఫలితాలు ఎదురయినప్పుడు మనం పడే ఆవేదన ఎక్కువ.

"డౌన్స్ సిండ్రోం" (Down's Syndrome), "హైడ్రోసిఫాలస్" (Hydrocephalus), ఆరు వేళ్లు ఉండడం (polydactyly), వగైరాలు జన్యువులలో లోపాల వల్ల వచ్చే జబ్బులకి ఉదాహరణలు. కొంతమంది శరీరంలో "ఫినైలాలనీన్ (phenylalanine) అనే నవామ్లం తయారు కాదు. ఈ నవామ్లం తయారీకి ఒక అజము మధ్యవర్తిత్వం చెయ్యాలి. జన్యువులలో దోషం వల్ల ఈ అజము తయారుకాకపోతే ఆ వ్యక్తికి "ఫీనైల్ˆ కీటోనూరియా" (phenylketonuria or PKU) అనే జబ్బు వస్తుంది. ఈ జబ్బు కారణంగా శరీరంలో విషపదార్థాలు పెరిగి, దాని వల్ల మెదడు పాడయి, "ఫిట్లు" వచ్చి ప్రాణం పోతుంది. ఇదే విధంగా "సిస్టిక్ ఫైబ్రోసిస్" (cystic fibrosis) అనేది కూడ జన్యు పరమైన వ్యాధే. ఈ కోవకి చెందినవే "సికిల్ సెల్ ఎనీమియా" (sickle cell anemia), వర్ణాంధత్వం (color blindness), వగైరాలు.

ఇలా తల్లిదండ్రుల నుండి సంక్రమించే వ్యాధులు ఒక వ్యక్తిలో పొడచూపాలంటే సర్వసాధారణంగా ఈ జబ్బుని కలుగజేసే జన్యువు ప్రతి ఒకటి తల్లి నుండి, మరొక ప్రతి తండ్రి

నుండి సంక్రమించాలి. దగ్గర బంధుత్వం ఉన్నవాళ్లు పెళ్లిళ్లు చేసుకుంటే ఇలా సంక్రమించిన రెండు జన్యువులు దోషపూరితం అవడానికి సావకాశం ఉంటుంది కనుక రక్త సంబంధీకులలో వివాహాలు మంచివి కావు.

జన్యుసంబంధమైన జబ్బులని కుదర్చాలంటే లక్షణాలని ఉపశమింపజేస్తే సరిపోదు; మూలానికి వెళ్లి అంకురం లేకుండా చెయ్యాలి. అంటే చెడ్డ జన్యువుని నిర్మూలించాలి. ఎలా? ఈ జన్యువులు ప్రతి జీవకణంలోనూ ఉంటాయే! జన్యువులని మరమ్మత్తు చెయ్యడం అంటే సాధ్య పడే పనేనా? అసాధ్యం అనుకున్నవి ఎన్నో మానవుడు సాధించేడు. ఇదీ ఎప్పుడో మన మేధకి లొంగుతుంది.

26. ప్రాణికి ప్రారంభం ఎక్కడ?

1

“ఈ భూమి మీద ప్రాణి ఎలా పుట్టుకొచ్చింది?” అన్న ప్రశ్నకి సమాధానం వెతుకుతూ ఎన్నో విషయాలు పరిశోధించేము. ప్రాణం లేని జడ పదార్థం నుండి ప్రాణం ఉండి, పునరోత్పత్తి చెయ్యగలిగే వ్యవస్థ ఎలా పుట్టింది? పుట్టిన తరువాత ఎలా పరిణతి చెందింది? ఈ రకం ప్రశ్నలకి సమాధానాలు చాల వరకు దొరికేయి కాని పరిపూర్ణంగా దొరకలేదు.

పునరోత్పత్తికి కీలకం ఆర్ ఎన్. ఎ., డి. ఎన్. ఎ. ల నిర్మాణశిల్పాలు అని అర్థం అవుతోంది కనుక ఆర్. ఎన్. ఎ. అన్నా, డి. ఎన్. ఎ. అన్నా, ప్రాణి అన్నా ఒక్కటేనేమో అన్నంత వరకు వచ్చేం కనుక ప్రాణికి మూలం ఈ ఆర్. ఎన్. ఎ., డి. ఎన్. ఎ. లే అయిన యెడల ఈ రెండింటిలో ఉన్న రసాయన మూలకాలు ఏవేమిటో, వాటి అమరిక ఏమిటో తెలుసుకున్నాం కనుక మనం ప్రయోగశాలలో కృత్రిమంగా ఈ బృహత్ బణువులని తయారు చేసి ప్రాణిని సృష్టించగలిగితే సృష్టి రహశ్యం బయట పడ్డట్టే కదా. (ఇక్కడ డి. ఎన్. ఎ. నిర్మాణానికి కావలసిన రసాయన మూలకాలని ఎవరు సృష్టించేరు అన్న కొంటె ప్రశ్నని వెయ్యవద్దు.)

వెంటర్ (J. Craig Venter, October 14, 1946) అనే శాస్త్రవేత్త “కృత్రిమంగా” ప్రయోగశాలలో జీవిని సృష్టించేరన్న వార్త ఆ మధ్య వచ్చింది. మనకి బజారులో దొరికే సామాన్యమైన రసాయనాలతో “ఒక జీవి జన్యుపదార్థం” (genome of an organism) ని ముమ్మూర్తులా పోలిన కణికామ్లాల గొలుసుని తయారుచేరుట ఆయన. చేసి, ఆ పదార్థాన్ని “ఖాళీ చేసిన” (సహజంగా ఉన్న నాటు జన్యు పదార్థాన్ని బయటకి తోడేసిన) ఒక జీవకణపు డొల్ల (empty

shell of a living cell) లో జొప్పించేరుట. ఇలా పరకాయప్రవేశం అయిన తరువాత ఆ ప్రాణం లేని డొల్ల ప్రాణం పుంజుకుని కణ విభజన చెయ్యడం మొదలు పెట్టిందిట. ఇలా కృత్రిమంగా సృష్టించబడ్డ జీవిలోని బీజం కృత్రిమమే కాని, ఆ బీజాన్ని నాటిన క్షేత్రం కృత్రిమం కాదు కనుక పురాగా జీవిని సృష్టించేమని జబ్బలు చరుచుకోనక్కరలేదు. కాని ఇది నిస్సందేహంగా జీవిని సృష్టించే కార్యక్రమంలో మొదటి మెట్టని ఒప్పుకోవాలి.

2

చార్ల్స్ డార్విన్ (Charles Darwin, 12 February 1809 – 19 April 1882) తన పరిణామ వాదాన్ని (Theory of Evolution), నైసర్గిక నిర్ణయ వాదాన్ని (Theory of Natural Selection) లేవదీసే వరకు సృష్టి వాదం (Creation Theory) అనేది ఒకటి బాగా చలామణీలో ఉండేది. సృష్టి వాదం ప్రకారం జీవులన్నిటిని, మచ్చుకో జంట చొప్పున, – ఒక మగ, ఒక ఆడ – దేవుడు సృష్టించేడు. ఈ సృష్టి అంతా ఆరు వేల ఏళ్ల క్రితం ఆరు రోజుల్లో జరిగిపోయింది. ఈ వాదమే సరి అయినదని నమ్మేవారు ఈ నాటికీ చాలమంది ఉన్నారు. ఈ సృష్టి వాదంలో శాస్త్రీయత లేదని దీనిని తోసిపుచ్చినవారూ ఉన్నారు. ఈ వివాదంలో తల దూర్చితే వేడి తప్ప వెలుగు పుట్టదు.

డార్విన్ లేవదీసిన వాదాలు పకడ్బందీగా, శాస్త్రీయంగా రుజువులతో నిండినవి. ఈ భూమి మీద మొట్టమొదట ప్రాణి ఎలా పుట్టుకొచ్చిందో డార్విన్ చెప్పలేదు కాని, పుట్టిన తరువాత, క్రమక్రమంగా ఎలా మార్పులు చెందుతూ వైవిధ్యతతో నిండిన జీవకోటి, చివరికి మానవుడు, ఎలా ఉద్భవించేరో చెప్పేరు. పరిణామ వాదంలో ముఖ్య అంశాలు ఏమిటి? ఈ భూమి మీద

ఉన్న ప్రతి జీవి యొక్క చరిత్ర ఒకదానితో మరొకటి ముడిపడి ఉన్నది. బాహ్య పర్యావరణ పరిస్థితుల ప్రభావానికి తలఒగ్గుతూ ఆ జీవులు కాలక్రమేణా మార్పులు చెందుతూ ప్రస్తుతం మనం చూస్తూన్న జీవకోటి రూపాలలో కనిపిస్తున్నాయి. ఈ భూలోకంలో ఏ రెండు విభిన్న జాతులకి చెందిన జీవుల చరిత్ర పుటలని శతసహస్రాబ్దాల ప్రాప్తికి వెనక్కి తిరగేసి చూస్తే వాటి పితరులు ఒకే జీవి నుండి ఉద్భవించేయని రుజువు చెయ్యవచ్చు. ఉదాహరణకి ఏడు మిలియను సంవత్సరాలు వెనక్కి వెళితే మానవ జాతికీ, చింపంజీ జాతికీ ఆద్యులు ఒకరే అని రుజువు చెయ్యవచ్చు. ఇంకా, అంటే సుమారు 220 మిలియను సంవత్సరాలు, వెనక్కి వెళితే మానవుడి ప్రవరని భూమి మీద మొట్టమొదట నడచిన క్షీరదాల (mammals) తో లంకె వెయ్యవచ్చు. ఇంకా వెనక్కి వెళితే మానవుడికీ, బేక్టీరియా అనే సూక్ష్మజీవులకీ మధ్య ఉండే లంకె కనబడుతుంది. ఇంకా వెనక్కి వెళితే, అంటే 3.9 బిలియను సంవత్సరాలు వెనక్కి వెళితే, భూమి మీద ప్రాణి అంకురోత్పత్తికి ఆధారాలు కనిపిస్తాయి. అంటే, అప్పటినుండి డార్విన్ జంట వాదాలని అన్వయించవచ్చు.

అంతకు ముందు? బ్రహ్మాండ విచ్ఛిన్నవాదం (Big Bang Theory) ప్రకారం సృష్టి మొదట్లో ఆదిశక్తి ఫెళ్లున పేలింది. పేలి విస్తరించడం మొదలెట్టింది. ఆ విస్తరణలో అణుప్రమాణంలో జడ పదార్థం పుట్టుకొచ్చింది. ఈ అణుసమూహాలు గురుత్వాకర్షక బలాల ప్రభావానికి పెద్ద పెద్ద తేజోమేఘాలుగా మారి, అవి క్రమేపీ కుదించుకుని నక్షత్రాలుగా మారి వెలగడం మొదలెట్టేయి. నక్షత్రాలు కాగా మిగిలిపోయిన మేఘశకలాలు కరళ్లు కట్టి, గ్రహాల రూపంలో తమతమ పితృ నక్షత్రాల చుట్టూ ప్రదక్షిణలు చెయ్యడం మొదలెట్టేయి. వీటిలో కొన్ని పరిపూర్ణంగా వాయు రూపంలో ఉన్న గ్రహాలు అయితే మరికొన్ని రాతి గ్రహాలుగా తయారయేయి.

మిగిలిన గ్రహాల సంగతి మనకి ఇంకా బాగా తెలియదు కాని, కనీసం మనం ఉండే భూమి మాత్రం వాతావరణంతో కప్పబడ్డ ఒక రాతి గ్రహం. దీని మీద నీరు విస్తారంగా ఉంది. ఈ నీటిలో ఉన్న అణువులు, బణువులు యాదృచ్ఛికంగా సంక్లిష్టమైన రసాయన సంకర్షణలలో పాల్గొనడం మొదలెట్టేయి. ప్రత్యేకించి కర్బనం అణువులు పొడుగాటి గొలుసుల మాదిరి పేరుకొనగలిగే నేర్పు ప్రదర్శించడం మొదలెట్టేయి. వీటిల్లో నవామ్లములు (amino acids) అనే కొత్త రకం రసాయన బణువులు (chemical molecules) తయారవడం మొదలు పెట్టేయి. ఈ ప్రక్రియలు ఇలా జరుగుతూ ఉండగా రసాయన సంయోగాలని తమ సమక్షంలో త్వరపరచే లక్షణం ఉన్న కొత్త రకం బణువులు కూడ – యాదృచ్ఛికంగానే – తయారవడంతో కొన్ని రసాయన ప్రక్రియలు ఊపు అందుకున్నాయి. ఈ రకం పదార్థాలని ఇంగ్లీషులో "ఎంజైములు" (enzymes) అంటారు. రసాయన సంయోగాల జోరుని ప్రోత్సాహ పరచే ఈ రసాయనాలని తెలుగులో అజములు అన్నాం. ప్రాణి పుట్టుకకి ఈ అజముల జననం మొదటి సోపానం. ఇదే బాణీలో నవామ్లాలు పరిణతి చెంది ప్రాణ్యములు (proteins) అయేయి. ఈ సందర్భంలోనే రసాయనశాస్త్రం పరిణతి చెంది జీవశాస్త్రం (biochemistry) అనే పేరుతో చీలిపోయింది.

ఈ పరిణతి జరుగుతూన్న రోజుల్లో ఒక శుభ ముహూర్తాన్న ప్రాణ్యముల కంటె సంక్లిష్టమైనది, ఇంతవరకు కని, విని, ఎరగని ఒక సరికొత్త లక్షణం ఉన్నది అయిన మరొక కొత్త రకం బణువు పుట్టుకొచ్చింది. ఈ బణువునే మనం అర్రైకామ్లం (deoxyribonucleic acid) అనిన్నీ లేదా క్లుప్తంగా డి. ఏన్. ఎ. (DNA) అనిన్నీ పిలుస్తున్నాం. ఈ కొత్త రకం బణువు రెండు విశిష్టమైన లక్షణాలు సంతరించుకుంటూ పుట్టింది. ఒకటి, ఈ బణువులోని అణువుల అమరికలో సమాచారాన్ని నిక్షిప్తం చేసి దాచగల శక్తి. రెండు, ఈ బణువు తన నకలు తానే తయారు

చేసుకుంటూ రెండుగా చీలిపోగల శక్తి. ఈ రెండవ లక్షణాన్ని "స్వయంపునరోత్పాదన" (self-reproduction) అందాం.

3

భూమి పుట్టి 4.5 బిలియను సంవత్సరాలు అయిందని ఒక నమ్మకమైన అంచనా ఉంది. ఆ మొదటి రోజుల్లో భూమి వాతావరణం అంతా విషపూరితమై ఉండేదనడానికి కూడ చాల ఆధారాలు కనిపిస్తున్నాయి. పైపెచ్చు ఆ రోజుల్లో తరచుగా గ్రహశకలాలు వచ్చి భూమిని ఢీకొనడం వల్ల భూమి అంతా శిలాద్రవం (lava) తో అతలాకుతలంగా కుతకుతలాడుతూ ఉండేది. ఇలా ఒక అర్ధ బిలియను (500, 000,000) సంవత్సరాలు గడచిన తరువాత భూమి యొక్క వాతావరణంలో సాధుత్వం పాలు పెరగడంతో ప్రాణి మనుగడకి అవకాశాలు పెరిగేయి. ప్రాణం లేని, కుతకుతలాడుతూ కరిగి మరుగుతూన్న "రాతిగంజి" (primordial soup) నుండి జీవి పుట్టుకొచ్చిందని అలనాటి సోవియట్ యూనియన్ లో అలెగ్జాండర్ ఓపరిన్ (Alexander Oparin), ఉత్తరోత్తర్యా మన భువనేశ్వరంలో స్థిరపడిపోయిన జె. బి. ఎస్. హాల్డేన్ (J. B. S. Haldane), ఎవరికి వారుగా, విడివిడిగా, 1929 లో ప్రతిపాదించేరు . మెతేను వాయువు, అమ్మోనియా వాయువు, నీళ్లు కలిపి వాటిగుండా శక్తిమంతమైన అత్యూద కిరణాలని పంపితే జడ పదార్థం అయిన ఆ మిశ్రమం నుండి జీవ పదార్థం పుట్టుకొస్తుందని ఈ వాదన సారాంశం.

హాల్డేన్, ఓపరిన్ ప్రభృతుల ప్రతిపాదనకి ప్రాణబిక్ష పెట్టినది స్టేన్లీ మిల్లర్, హెరల్డ్ యూరే (Stanley Miller, Harold Urey) అనే జంట 1953 లో, అమెరికాలో, చేసిన ప్రయోగం. ఆలనాటి, అంటే సుమారు 3.9 బిలియను సంవత్సరాల క్రిందటి, భూవాతావరణంలో ఏయే వాయువులు ఉన్నాయని వారు నమ్మేరో ఆయా వాయువులని ఒక గాజు బుడ్డిలో కలిపి, అవి

సంయోగం చెందడానికి కావలసిన ప్రేరణ శక్తిని విద్యుత్ విస్ఫులింగం (electric spark) ద్వారా సరఫరా చేసేరు. ప్రయోగం అయిన తరువాత గాజు బుడ్డిలో ప్రయోగావశేషాలని పరీక్షించి చూస్తే వారి ఆశ్చర్యానికి అంతు లేదు. బుడ్డిలో జీవకోటి నిర్మాణానికి కావలసిన కట్టడి రాళ్లుగా చలామణీ అవుతూన్న నవామ్లాలు (amino acids) కనబడ్డాయి. కనుక మొట్టమొదటి జీవి కూడ ఇదే పద్ధతిలో పుట్టి ఉంటుందని వారు ఊహాగానం చేసేరు.

వీరు చూపిన దారి వెంబడి మరెందరో ప్రయాణించేరు. మిల్లర్-యూరే ప్రయోగానికి చిలవలు, పలవలు చేర్చి కొత్త కొత్త ప్రయోగాలు చేసేరు. కొందరు గాజు బుడ్డిలో నీళ్లు, మెతేను, అమ్మోనియా, ఉదజని కి బదులు అగ్ని పర్వతాల నుండి విడుదల అయే "సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్" (SO_2), "హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్" (H_2S) లని వాడి చూసేరు. మరికొందరు సముద్రగర్భంలో పేలే అగ్ని పర్వతాల సమీపంలో ఉన్న వాతావరణం జీవి పుట్టుకకి అనుకూలంగా ఉండొచ్చని అభిప్రాయపడ్డారు. భూమి శైసవావస్థలో ఉన్న రోజులలో మన సూర్యుడి నుండి ప్రచండమైన అత్యూద కిరణాలు (ultraviolet rays) వచ్చి భూమిని తాకేవి. వాటిలోని శక్తి జడ స్థితి నుండి జీవన స్థితికి కదల్చడానికి, అక్కడ నుండి పరిణతి మార్గంలో పయనించడానికి కావలసిన ప్రోత్సాహం లభించి ఉండొచ్చని మరి కొందరు ఊహించేరు.

పైన చెప్పినవన్నీ కేవలం ఊహాగానాలేననీ, నిజానికి జీవి భూమి మీద ఉద్భవించలేదనిన్నీ, విశ్వాంతరాళపు లోతుల్లోంచి భూమి మీదకి దిగి వచ్చిందనీ కొందరు ప్రతిపాదించేరు. ఈ అభిప్రాయాన్ని బలపరుస్తూ కొందరు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు తోకచుక్కలలో కూడ నవామ్లాలు కనిపించేయని ఆధారాలు చూపించేరు. అంతవరకు ఎందుకు? విశ్వాంతరాళంలో ఉన్న

వాయు మేఘాలలో (gas clouds) నవామ్లాలు, ఆల్కహోలు కావిర్లు (alcohol vapors) కనిపించేయని ఆధారాలు చూపించేరు.

ఈ మధ్య మరొక కొత్త వాదం వినబడుతోంది. ప్రాణి ప్రాదుర్భావానికి ఒక్క నవామ్లాల ఉత్పాదన జరిగితే సరిపోదనిన్నీ, జీవికి మూలాధారమైన రైకామ్లం (RNA) కాని, అరైకామ్లం (DNA) కాని ఉత్పత్తి అవాలని, వాటి ఉత్పత్తికి జరగవలసిన రసాయన ప్రక్రియలో మధ్యవర్తిత్వం వహించడానికి మోలిబ్డినం, బోరాన్ అనే రసాయన మూలకాలు కావలసి ఉంటాయనిన్నీ, అయినప్పటికీ ఆ రసాయన ప్రక్రియ జరగడానికి భూమి మీద అలనాడు అనుకూలమైన వాతావరణం లేదనిన్నీ, కనుక జీవి మొట్టమొదట భూమి మీద పుట్టడానికికి అవకాశం లేదని వీరు తీర్మానించేరు. వీరి తీర్మానం ప్రకారం ఈ అనుకూల పరిస్థితులు అంగారక గ్రహంలో ఉండేవి కనుక జీవి అక్కడ పుట్టి, అక్కడ అగ్ని పర్వతాలు పేలినప్పుడు కొన్ని శిలా శకలాలు కాకతాళీయంగా భూమి మీద వచ్చి పడి ఉంటాయనిన్నీ వీరు చేసే ప్రతిపాదన ఆసక్తికరంగా ఉందని అంటున్నారు శాస్త్రవేత్తలు.

నిజం ఏమిటో మనకి తెలియదు.

ఒక వేళ జీవి పుట్టుక భూమి మీదనే జరిగి ఉంటే అది ఏదో ఒక ప్రదేశంలో కాకుండా అనేకమైన ప్రదేశాలలో, అనేక సమయాలలో పుట్టి, వర్ధిల్లి, గిట్టి ఉండొచ్చు అని మరొక ప్రాతిపదిక లేవదీశారు.

కనుక భూమి మీద జీవి ఎలా పుట్టుకొచ్చిందో నిక్కచ్చిగా మనకి తెలియదు.

మరో ప్రపంచంలో పుట్టి ఇక్కడకి వలస వచ్చిందో, ఇక్కడే పుట్టిందో కూడ నిక్కచ్చిగా మనకి తెలియదు.

ఈ పుస్తకంలో నేను చెప్పేది మనకి తెలిసిన బిందు ప్రమాణమైన విషయం.

తుదిపలుకు

ఇంతవరకు, ఈ పుస్తకంలో ప్రాణి పుట్టుక మీదనే దృష్టిని కేంద్రీకరించేం. ఈ సందర్భంలో మనం లేవదీసిన ప్రశ్నలకి సంతృప్తికరమైన సమాధానం దొరికినా దొరకకపోయినా ఎన్నో కొత్త సంగతులు తెలుసుకున్నాం. ప్రత్యేకించి, స్వయంపునరోత్పాదక శక్తి గల డి. ఎన్. ఎ. అనే రసాయన బణువు గురించి కొంత తెలుసుకున్నాం. ఈ బణువులో నిక్షిప్తంగా రాసి పెట్టి ఉన్న "లిఖితాన్ని" కూడ చూసి, చదివి, అర్థం చేసుకోగలిగే స్థోమతని కూడ సముపార్జించేం. రహశ్య లిపిలో ఉన్న ఈ లిఖితం ప్రాణ్యములనే కట్టడపు ఇటికలని నిర్మించడానికి ఎలా తోడ్పడుతుందో కొద్దిగా చూడగలిగేం. ఈ లిఖితం లో తప్పులు దొర్లినప్పుడు జన్యురోగాలు ఎలా సంప్రాప్తం అవుతాయో కూడ కొద్దిగా చవి చూసేం.

సర్వ భూతాలనీ సమదృష్టితో చూడాలనే భావన మనలో ఉన్నప్పటికీ "శరీరమాద్యం ఖలుధర్మ సాధనం" అన్నారు కనుక ఇంతవరకు నేర్చుకున్న జ్ఞానాన్ని కేవలం "ప్రాణి ఎలా పుట్టింది?" అనే ప్రశ్నకి సమాధానం వెతికే దిశలోనే కాకుండా మన ఆరోగ్య పరిరక్షణకి, మన పోషణకి ఈ జ్ఞానం ఎలా ఉపయోగించుకోవచ్చో ఒక నఖచిత్రంలా పరిశీలిద్దాం.

1 మానవజాతి జన్యుపదార్థం

కంటికి కనబడని సూక్ష్మజీవుల నుండి మానవుడి వరకు ఉన్న సకల జీవరాశుల జన్యుపదార్థాన్ని విశ్లేషించి, అన్వేషించి చూడాలనే కోరిక శాస్త్రవేత్తలలో చాల రోజులబట్టి ఉంది. ఈ రకం పరిశోధనలు అనేక జీవరాసుల మీద జరిగినా, ఇక్కడ ప్రత్యేకించి మానవుడి జన్యు

పదార్థాన్ని పరిపూర్ణంగా అర్థం చేసుకోడానికి - అంటే మానవ జాతి "లలాట లిఖితాన్ని" చదివి అర్థం చేసుకోడానికి - జరిగిన ఒక బృహత్ ప్రణాళిక గురించి క్లుప్తంగా తెలుసుకుందాం.

డి. ఎన్. ఎ. బణువు లోని జంట పెన ఆకారంలో ఉన్న "నిచ్చెన మెట్లలో" సమాచారాన్ని అనువంశికంగా భద్రపరచేది ఆ మెట్ల వరుస క్రమం అని తెలుసుకున్నాంకదా! ఆ నిచ్చెనలో వరుస క్రమంలో వచ్చేవి నాలుగు రకాల మెట్లు. వాటి పేర్లు A, C, G, T. ఒక వ్యక్తి శరీరంలోని జీవకణాలని పరీక్షించి చూస్తే ఈ మెట్లు (లేదా క్షార ద్వయాలు), ఒక పక్క నుండి చూస్తే, ఒక శ్రేఢి (sequence) రూపంలో, ఈ దిగువ చూపిన విధంగా, ఉండొచ్చు:

C, C, G, A, T, T, C, C, A, A, A, G, G, C, A, ...

(గణిత పరిభాషలో శ్రేఢి అంటే sequence అనీ, శ్రేణి అంటే series అనిన్నీ, ఈ రెండింటికి అర్థంలో తేడా ఉందనిన్నీ గమనించగోరుతాను. ఏపైనా కొన్ని అంశాలని ఒక వరుసక్రమంలో అమర్చినప్పుడు ఆ వరుసని శ్రేఢి అంటారు. ఆ వరుసక్రమంలో ఉన్న అంశాల మధ్య కూడిక గుర్తు (+) ఉంటే దానిని శ్రేణి అంటారు.)

ఈ శ్రేఢి ఎంత పొడుగు ఉండొచ్చు? మానవుని జన్యు పదార్థాన్ని విశ్లేషించి చూస్తే ఈ శ్రేఢిలో 3 బిలియను (అనగా 3,000,000,000) అక్షరాల వరకు ఉంటాయని అంచనా తేలింది. వరుసలో మూడు బిలియనులు ఉంటాయని తెలిసినంత మాత్రాన సరిపోదు; అవి ఏ వరుస క్రమంలో ఉన్నాయో కూడ తెలియాలి. ఈ సమాచారం అంతటినీ సమగ్రంగా అవుపోశన

పట్టాలనే కుతూహలంతో ప్రారంభించిన మహా యజ్ఞమే "హ్యూమన్ జీనోం ప్రాజెక్ట్" (Human Genome Project) అంటే.

ఈ యజ్ఞంలో మూడు ముఖ్యమైన భాగాలు ఉన్నాయి (1) ఈ వరుసని నిర్ణయించే భాగాన్ని "శ్రేఢి నిర్ణయం" (sequencing) అంటారు. (2) ఈ శ్రేఢిలో ఏయే భాగాలు ఏయే వారుసవాహికలకి చెందుతాయో నిర్ణయించడం. దీనిని chromosome assignment అందాం. (3) ఈ శ్రేఢిలో ఏయే ప్రాంతాలు (regions) జన్యువులు అనబడతాయో, ఏ ప్రాంతాలు జన్యువులు కావో నిర్ణయించడం. ఈ భాగాన్ని gene annotation అంటారు. ఈ త్రయోదశ వర్ష ప్రణాళిక 1990 లో మొదలయి 2003 లో పూర్తి అయింది. దీనికి 3,000,000,000 అమెరికా డాలర్లు ఖర్చు పెట్టేరు. ఈ బృహత్ కార్యాన్ని సాధించడానికి పెద్ద ఎత్తున ప్రపంచంలో అనేక దేశాలు పాల్గొన్నాయి. (వీటిలో భారతదేశం లేదు.)

అదృష్టవశాత్తు నేను పని చేసే సంస్థ కూడ ఈ బృహత్ ప్రణాళికలో 19 వ వారసవాహికని విశ్లేషించడానికి పూనుకుంది కనుక ఆ 19 వ వారసవాహికలో ఒక చిన్న భాగాన్ని (272 క్షార ద్వయాలు పొడుగున్న ఉన్న "డి. ఎన్. ఎ. ముక్క" ని) తీసుకుని, అందులో A, C, G, T లు ఏ వరుస క్రమంలో ఉన్నాయో నిశ్చయించడానికి నాకు కూడ అవకాశం దొరికింది. కలన యంత్రాలని ఉపయోగించి, కొత్త రకం గణిత పద్ధతులతో, ఈ పరిశోధన చెయ్యడం వల్ల నా పర్యవేక్షణలో పని చేసిన విద్యార్థికి పి. హెచ్. డి పట్టా లభించింది.

మానవుడి (ఆ మాటకొస్తే, ఏ జీవిది అయినా సరే) జన్యువుని అర్థం చేసుకోవడం వల్ల వచ్చే లాభం ఏమిటి? ఒకటి కాదు, ఎన్నో లాభాలు ఉన్నాయని గుర్తించే ఈ ప్రణాళిక మీద అంత డబ్బు ఖర్చు పెట్టేరు. వీటిలో కొన్ని ముఖ్యమైన అంశాలని చూద్దాం.

(1) జన్యువులో ఉన్న రాతని చదివి అర్థం చేసుకోగలిగితే ఏయే జన్యువుల ప్రభావం వల్ల ఏయే వ్యాధులు సంక్రమిస్తున్నాయో తెలుస్తుంది. అనువంశికంగా వచ్చే పెద్ద పేగుల కేన్సరు, పాలిండ్లలో కేన్సరు వంటి వ్యాధుల గురించి పరిపూర్ణ అవగాహన ఏర్పడితే వాటిని ఎలా ఎదుర్కోవాలో తెలుస్తుంది. ఇటువంటి అవగాహన వచ్చిన నాడు ఆయా జబ్బులని కుదర్చలేకపోయినా అవి ఏ వయస్సులో వస్తాయి, వాటి ఎదుగుదల ఎలా ఉంటుంది, మొదలైన విషయాల మీద స్పష్టత వస్తుంది.

(2) కొన్ని కొన్ని జబ్బులు చాప కింద నీరులా దేహంలో పెరిగి, ముదిరి, ప్రాణాంతక స్థాయి చేరుకునే వరకు బయట పడవు. వీటి ఉనికిని లేతగా ఉన్నప్పుడే పసిగట్టగలిగితే వైద్యం చేసి నయం చెయ్యొచ్చు. నయం చెయ్యలేకపోయినా మితిమీరకుండా అదుపులో ఉంచవచ్చు. ఈ దిశలో ప్రగతి సాధించాలంటే జన్యుపరమైన దృష్టి సహాయపడుతుంది.

(3) కొన్ని జీవులు కొన్ని రకాల విషపదార్థాల/అంటురోగాల తాకిడిని తట్టుకోగలవు. ఒకరికి అపాయం చెయ్యని పదార్థమే మరొకరికి విషంగా పరిణమించే సందర్భాలు చూస్తూ ఉంటాం కదా. దీనికి కారణం ఏమిటి? ఇటువంటి ప్రశ్నలకి జన్యువులలో సమాధానం దొరుకుతుందని ఒక ఆశ ఉంది.

(4) పుట్టబోయే సంతతి ఎలా ఉంటుందో ముందుగానే "లెక్క కట్టి" చూసుకోవచ్చు. లేదా, మనకి కావలసిన లక్షణాలు ఉన్న పిల్లలని "పురమాయించి" కనవచ్చు.

(5) ఈ రోజుల్లో పుట్టబోయే శిశువు ఆడో, మగో తెలుసుకోడానికి కాని, గర్భస్థ శిశువు ఆరోగ్యం తెలుసుకోడానికి కాని కొన్ని రకాల పరీక్షలు ఉన్నట్లే సుదూర భవిష్యత్తులో వాడ వాడకీ "జన్యుపదార్థ" పరీక్షాలయాలు ఒక కుటీర పరిశ్రమలా వెలిసినా ఆశ్చర్యపోను.

(6) జన్యు పదార్థాన్ని అర్థం చేసుకోవడం వల్ల జీవి పరిణతిలో ఏయే స్థాయిలలో ఏయే మార్పులు వచ్చేయో తెలుసుకోవచ్చు. ఈ జ్ఞానంతో మానవుడికి ఇతర జంతు జాతులకి మధ్య జన్యుపరమైన చీలికలు ఎలా ఏర్పడ్డాయో తెలుస్తుంది.

ఇలా ఈ జాబితాలో ఇతర రంగాలలో, ప్రత్యేకించి వ్యవసాయ రంగంలో, జరిగే పరిశోధనలని కూడ చేర్చవచ్చు. ఉదాహరణకి ప్రపంచంలో విస్తారంగా వాడుకలో ఉన్న ఒక జాతి గోధుమ మొక్క కథ చూద్దాం. ఒక అడవి జాతి గడ్డి మొక్కగా మొదలయి, మానవుడి చేతుల్లో మెల్లమెల్లగా మార్పులు చెందుతూ ఈ మొక్క ప్రస్తుత రూపం దాల్చింది. గోధుమ జన్యువులలో ఏయే ప్రాంతాలు ఈ రకం మానవ ప్రయోగాలకి లొంగేయో ఆయా జన్యువుల వరుస క్రమాలు నిర్ణయించడం ద్వారా తెలిసింది. ఈ రకం ప్రయోగాలతో కొత్త జాతి విత్తులని సృష్టించి పంటలు చీడల బారి పడకుండా కాపాడుతున్నారు. ఈ పద్ధతిలో తయారయిన క్రొంగొత్త ఆహార పదార్థాలని జమాహారాలు (genetically modified foods) అంటున్నారు.

2 జమాహారాలు

దినుసులు, ధాన్యాలు, కూరగాయలు, పళ్లు, వగైరా లేకుండా మనకి రోజు గడవదు కదా. వీటి కోసం మొక్కలు పెంచుతాం. విత్తు నాటినది మొదలుకొని మొక్కలు ఎన్నో బాలారిష్టాలని ఎదుర్కుంటూ ఉంటాయి: ఫంగస్, వైరస్ చీడలతోపాటు పురుగులు (గొంగళి, నత్తగుల్ల), వగైరా ఎన్నో మొక్కల మీదకి దండెత్తి మొక్క ఎదుగుదలకి ప్రతిబంధకాలు కల్పిస్తూ ఉంటాయి. వీటికి తోడు కలుపు మొక్కల బెడద మరొక పక్క నుండి. వీటి బారి నుండి పంటలని కాపాడడానికి పురుగు మందులు (insecticides), కలుపు మందులు (herbicides), వగైరా రసాయనాలు వాడుతూ ఉంటాం. రసాయనాలు వాడడం ఇష్టం లేని వారు "మేలు జాతి" మొక్కలని సంపాదించి నాటవచ్చు. ఈ సందర్భంలో "మేలు జాతి" అంటే రసాయనాల అవసరం లేకుండా కాపుకి వచ్చేవి కాని, రసాయనాల ధాటికి తట్టుకుని పెరగగలిగేవి కాని, లేదా మనం ఎదురు చూసే మంచి లక్షణాలు ఉన్నవి కాని కావచ్చు.

మేలు జాతి మొక్కలని ఎలా సంపాదించడం? ఒకచో, ఒక రైతు నాటిన చెరకు మొక్క నక్కలకి కొరుకుబడనంత గట్టిగా ఉందని వింటాం. మరొకరి ఇంట్లో కాసిన ద్రాక్షలో గింజలు లేవని వింటాం. అలా మంచి లక్షణం ఉన్న మొక్కలు కాకతాళీయంగా తారస పడ్డప్పుడు దాని విత్తో, కొమ్మో, మొలకో, పిలకో తెచ్చుకుని పాతుతాం. లేదా, మరొక మొక్కతో అంటు కడతాం. ఈ పద్ధతి ఒక్క మొక్కల యెడలే కాదు, జంతువుల యెడల కూడ పని చేస్తుంది. ఈ మన ఒంగోలు గిత్తల విత్తు ప్రపంచం అంతా పాకింది. ఇక్కడ ఉదహరించిన పద్ధతులని సంకరీకరణం (hybridization) అని కాని, వరణాత్మక ప్రజననం (selective breeding) అని కాని సందర్భానుసారంగా అంటారు. నా చిన్నతనంలో "హైబ్రిడ్" వరి, చెరకు, జొన్న దొరికేవి.

వాటిని వాడడానికి ఆనాటి ప్రజలు అభ్యంతరం చెప్పినట్లు నాకు జ్ఞాపకం లేదు. ఈ దృగ్విషయం అనాది కాలంలోనే మానవుడు అర్థం చేసుకున్నాడు. ఈ జ్ఞానం ఉపయోగించి బాగా పరిగెత్తగలిగే గుర్రాలని, వేటకి పనికొచ్చే కుక్కలని, బాగా పాలిచ్చే పశువులని, గింజలు తక్కువగా ఉండే ఫలజాతులనీ, పొట్టిగా ఉండే కొబ్బరి చెట్లనీ, ఇలా ఎన్నింటినో తన మేథో లాఘవంతో సృష్టించుకున్నాడు, తన అవసరాలు తీర్చుకున్నాడు.

ఇప్పుడు రోజులు మారేయి. మన శాస్త్ర పరిజ్ఞానం పెరిగింది. ఎక్కడో, ఎప్పుడో కాకతాళీయంగా గింజలు లేని ద్రాక్ష కనిపించేవరకు మనం ఆగనక్కరలేదు. పనిగట్టుకుని ఆ రకం ద్రాక్షని ప్రయోగశాలలో సృష్టించవచ్చు. పంటకి తెగులు పట్టి నాశనం అయిపోతూ ఉంటే ఆ మొక్కల మీద రసాయనాలు జల్లనక్కర లేకుండా తెగులుని అడ్డుకోగలిగే సామర్ధ్యం ఉన్న కొత్త జాతి మొక్కలని సృష్టించవచ్చు. ఈ రకం వైదుష్యం ద్వారా నైసర్గికంగా మొక్కలలో కాని, జంతువులలోకాని ఉన్న జన్యు పదార్థాన్ని మన అవసరాలకి అనుకూలంగా మార్చడాన్ని జన్యు స్థాపత్యం (genetic engineering) అంటారు. సర్వసాధారణంగా ఒక జీవి లోని జన్యు పదార్థాన్ని ఇలా మార్చడానికి మరొక జీవి (అంటే, మొక్క, జంతువు, క్రిమి, కీటకం, సూక్ష్మజీవి, ఫంగస్, వైరస్, వగైరా) యొక్క జన్యు పదార్థం సహాయం అవసరం అవుతుంది. ఈ రకంగా మార్చబడ్డ ఆహార పదార్థాలని జన్యుపరంగా మార్చబడ్డ ఆహారాలు లేదా "జమాహారాలు" (లేదా, genetically modified foods") అందాం.

ఈ జన్యు స్థాపత్య విద్య మానవుడు శతాబ్దాల నుండి వాడుతూన్నా, ఆ శ్రమకి ఫలితం అతి నెమ్మదిగా కనిపించేది కనుక ఆ మార్పు ప్రజాబాహుళ్యపు అంగీకారం పొందవలసిన అవసరం ఉండేది కాదు. మార్పు స్ఫుటంగా కనిపించేసరికి నాలుగైదు తరాలు పట్టేది: కావలసిన

లక్షణాలు ఉన్న తల్లిదండ్రులు దొరకాలి, వారికి పిల్లలు పుట్టాలి, ఆ పిల్లలలో మనం వెతుకుతూన్న లక్షణాలు కనిపించాలి, అప్పుడు రెండో తరానికి వెళ్లాలి. ఇలా ఈ ప్రక్రియ కొన్ని తరాలు జరిగిన తరువాత మనకి కావలసిన లక్షణం ఆ సంతతిలో స్థిర పడుతుంది. అటువంటి మార్పు చూసేవారికి సహజంగానూ, నైసర్గికంగానూ కనిపిస్తుంది.

కాని ఇటీవలి కాలంలో జన్యు పదార్థపు నిర్మాణ శిల్పం అర్థం అయిన తరువాత, జన్యు పదార్థంలో ఉన్న అణువుల అమరిక సుబోధకం అయిన తరువాత, పైన చెప్పిన పని సాధించడానికి కొన్ని తరాలు వేచి ఉండడానికి బదులు కొద్ది సంవత్సరాలలో సాధిస్తున్నారు. అంటే ప్రకృతి నెమ్మదిగా పిల్లినడకలు వేస్తూ చేసే పనిని మన ప్రతిభ వల్ల ప్రయోగశాలలో త్వరిత గతిని సాధిస్తున్నాం అన్న మాట.

3 జీనోమిక్స్, ప్రోటియోమిక్స్

జీనోమిక్స్, ప్రోటియోమిక్స్ అనేవి ఇంగ్లీషు భాషలోకి కొత్తగా జొరబడ్డ మాటలు. ఈ సందర్భంలో ఈ మాటల ప్రస్తావన ఎందుకొచ్చిందో చూద్దాం.

మనం gene అనే ఇంగ్లీషు మాటకి సమానార్థకంగా “జన్యువు” అనే తెలుగు మాట వాడుతున్నాం కదా. జన్యువు అన్నది డి. ఎన్. ఎ. లో ఒక చిన్న మేర. ఇంగ్లీషులోని genome అనే మాటని “జన్యు పదార్థం” అంటున్నాం. అనగా డి. ఎన్. ఎ. లో ఉన్న సమస్తమూ అని అన్వయం చెప్పుకోవచ్చు. అనగా, డి. ఎన్. ఎ. లో జన్యువులు ఆక్రమించిన మేరలు, జన్యువులు కాని మేరలు, అన్నీ కలుపుకుని అని అర్థం. ఇప్పుడు “ఒమిక్స్” (-

omics) అనే తోకని తగిలిద్దాం. జీవశాస్త్రంలో “-ఓం” (-ome) అనే తోక తగిలిస్తే ఆ తోకని దేనికి తగిలించేమో “ఆ పదార్థం అంతా” అని అర్థం వస్తుంది. ఈ నియమం ప్రకారం gene అనే మాటకి -ome అనే తోకని తగిలిస్తే వచ్చే genome అంటే “జన్యు పదార్థం అంతా” అని అర్థం. ఇప్పుడు gene కి -omics అనే తోకని తగిలిస్తే వచ్చే genomics అంటే "జన్యుపదార్థాన్ని అధ్యయనం చెసే శాస్త్రం" అని అర్థం.

ఇదే బాణీలో ప్రాణ్యము అంటే protein కదా. దీనికి -ome తగిలిస్తే వచ్చే proteome అంటే “ప్రాణ్యపు పదార్థం” అని అర్థం. మీరు ప్రోటీన్ ని “మాంసకృత్తులు” అని పాత పేరే వాడి తీరాలి అని పట్టు పట్టేరనుకుందాం. అప్పుడు proteome అంటే “మాంసపు ముద్ద” అవుతుంది. ఆలోచించుకోండి. మాంసకృత్తులు అనే మాట ఎంత బేసబబుగా ఉందో! అందుకనే ప్రోటీన్ కి నేను ప్రాణ్యము అని పేరు పెట్టేను. ఇప్పుడు proteomics అంటే ప్రాణ్యములని అధ్యయనం చేసే శాస్త్రం.

తొలిమాటలో చెప్పినట్లు సుదూర భవిష్యత్తులో ఈ జీనియోమిక్స్, ప్రోటియోమిక్స్ రంగాలు కంప్యూటరు రంగంతో చేతులు కలిపి ఒక కుటీర పరిశ్రమలా తయారయి కొత్త పుంతలు తొక్కుతుందని నేను జోస్యం చెబుతున్నాను.

వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

సంప్రదించిన గ్రంథాలు

ఈ పుస్తకం రాస్తూన్నప్పుడు ఎన్నో మూల గ్రంథాలని సంప్రదించడం జరిగింది. వీటిలో చాల మట్టుకు ఇంగ్లీషులో ఉన్నవే. కుతూహలం ఉన్నవాళ్లు ఈ దిగువ గ్రంథాలు మాత్రమే కాకుండా అంతర్జాలంలో వెతికితే అనేక గ్రంథాలు, వ్యాసాలు, బొమ్మలు దొరుకుతాయి. ఈ పుస్తకంలో వాడిన బొమ్మలు చాలమట్టుకి అంతర్జాలం నుండి సంపాదించినవే.

1. Issac Asimov, Asimov’s Guide to Science, Basic Books, New York, NY 1972
2. Issac Asimov, The Wellsprings of Life, Signet Science Library, New York, NY 1960
3. Issac Asimov, The Genetic Code, The Orion Press, New York, NY 1962
4. E. Borek, The Sculpture of Life, Columbia University Press, New York, NY 1973
5. S. E. Luria, Life: The Unfinished Experiment, Charles Scribner’s Sons, New York, NY 1973
6. A. I. Oparin, The Origin of Life. New York: Dover (1952)
7. E. Schrodinger, What is Life?: With Mind and Matter and Autobiographical Sketches (Canto Classics), Amazon
8. వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు, జీవరహస్యం, International Resource Systems, Binghamton, NY 1980
9. వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు, నిత్యజీవితంలో రసాయనశాస్త్రం, ఇ-పుస్తకం, కినిగె, హైదరాబాదు, ఇండియా, 2014
10. కొడవటిగంటి రోహిణీప్రసాద్, జీవకణాలూ నాడీకణాలూ, స్వేచ్ఛా సాహితి, హైదరాబాదు, 2010

సాంకేతిక పదకోశం

అంగము	organ
అండం	ovum
అండకోశం	ovary
అణు భారం	atomic weight
అణు సిద్ధాంతం	atomic theory
అనాంగిక	inorganic
అనుఘడి	clockwise
అసౌష్టవ	asymmetric
ఆంగిక పదార్ధం	organic matter
ఆమ్లం	acid
ఆమ్ల శీఋషం	acid-end
ఆత్మ	soul
ఆదిజంతువు	protozoa
ఇనుము	Iron
ఉదకర్బనం	hydrocarbon
ఉదజని	Hydrogen
ఉదజని బంధం	Hydrogen bond
ఉత్పరివర్తిత	mutation
ఏకకణ జీవులు	unicellular organisms
ఓనమాలు	alphabet
కంపన తలం	plane of vibration
కంత	slit

కణ సిద్ధాంతం	cell theory
కణ విభజన	mitosis
కణిక	nucleus, cell nucleus
కణికామ్లం	nucleic acid
కర్బనం	Carbon
కర్బన రసాయనం	Carbon chemistry
కర్బనోదకం	carbohydrate
కస్తూరి	musk
కర్పూరం	camphor
కాంతి	light
కాంతి కిరణం	light ray
కాంతి వాసం	light beam
క్షారార్ధం	alkaloid
ఖగోళ శాస్త్రం	astronomy
గంధకం	sulfur
గంధకికామ్లం	sulfuric acid
గుంపు	group
గుణం	quality
గుణాత్మక	qualitative
గుళిక	quantum
ఘృతార్ధం	steroid
చక్కెరలు	sugars
చక్రీయ	cyclic
చక్రీయ సౌష్టత	cyclic symmetry

చేతస్సు	consciousness
జంట చక్కెర	disaccharide
జంట పెన	double helix
జఠరరసం	pepsin
జలఛేదనం	hydrolysis
జన్యువు	gene
జిగార్థం	colloid
జీవ కణం	cell, living cell
జీవరసాయనం	biochemistry
జీర్ణబంధం	peptide link
జీర్ణమాల	peptide chain
తరం	generation
తరంగం	wave
తలం	plane
తల్లి కణం	mother cell
తలీకరణ	polarization
తామర	(1) eczema, (2) lotus
తామ్రం	copper
తెల్ల సీసం	white lead
తాపగతి శాస్త్రం	thermodynamics
దర్పణం	mirror
దర్పణ బింబం	mirror image
దిశ	direction
దీపస్థంబం	lighthouse

దూరదర్శని	telescope
ధన	positive
నత్రజని	Nitrogen
నత్రికామ్లం	nitric acid
నల్లమందు	opium
నవజని	Ammonia
నవశీర్షం	amine end
నవామ్లం	amino acid
నవాంశ	amine group
నిశ్చలత	stability
నిర్మాణక్రమం	structural formula
నీలిమందు	indigo
నీలిమందు కుండీలు	indigo vats
పక్క గొలుసు	side chain
పత్రహరితం	chlorophyll
పర పరాగ సంపర్కం	cross-pollination
పరిమాణాత్మక	quantitative
పార్శ్వ సౌష్టత	lateral symmetry
ప్రక్రియ	process, reaction
ప్రకృతి	Nature
ప్రతికాయం	antibody
ప్రవచనం	statement
పృక్వకం	pancreas
ప్రాణ్యం	protein

ప్రతిఘడి	anticlockwise
పంచోజు	pentose
పిండి పదార్థం	starch
పిల్ల కణం	daughter cell
పీడనం	pressure
పుప్పొడి	pollen
పుప్పొడి రేణువు	pollen grain
పునరోత్పాదన	reproduction
బణువు	molecule
బణు భారం	molecular weight
బణు సంధానం	condensation
బణు సాంఖ్యక్రమం	molecular formula
బహు	poly
బహుగ్లైసీన్	ploygycine
బహుగలిసీను వెన్ను	polyglycine backbone
బహుగలిసీను కాండం	polyglycine backbone
బహుచక్కెర	polysaccharide
బహుజీర్ణమాల	polypeptide chain
బాలం	valency
బీటా అమరిక	beta configuration
బొమ్మిటిక	toy brick
భస్మం	oxide, ash
భౌతిక రసాయనం	physical chemistry
మధుమూత్రం	diabetes

మూలకం	element, chemical element
మైలతుత్తం	copper sulfate
యాదృశ్చికం	random
రసాయన శాస్త్రం	chemistry
రసాయన ప్రక్రియ	chemical process
రసాయన సమీకరణం	chemical equation
రాగి	copper
ఋణ	negative
రేణువు	grain, particle
రైకామ్లం	RNA
రైబోజు చక్కెర	ribose sugar
లవణం	salt
లింగం	(1) gender, (2) penis
	Delete blank line
లింగ కణం	sex cell
లోహం	metal
వర్ణసంధానం	staining
	delete blank line
వాకేతం	signal
వారసత్వం	heredity
వారసవాహిక	chromosome
వికర్బన రసాయనం	inorganic chemistry
విజాతి సంపర్కం	cross pollination
విద్యుదావేశం	electrical charge
విశ్లేషణ	analysis

వీర్య కణం	sperm cell
వైడూర్యం	lapis lazuli
వైవిధ్యత	variety
శిలాస్థి	fossil
సంధానం	synthesis
సంధాన రసాయనం	synthetic chemistry
సంభావ్యత	probability
సంయోగ పదార్థం	compound substance
సాంఖ్యక్రమం	empirical formula
స్పటికం	crystal
స్పటికార్థం	crystalloid
స్వజాతి సంపర్కం	self-pollination
స్వపరాగ సంపర్కం	self-pollination
సొన	albumin
షడ్చక్కెర	hexose sugar
షష్ఠేంద్రియం	sixth sense shThEM
హరితం	Chlorine